

## 分析化学在线课堂引入实验视频教学模式改革

谢洪珍\*, 魏丹毅, 李天华

宁波大学材料科学与化学工程学院, 浙江 宁波 315201

**摘要:** 通过分析当前分析化学教学和改革现状, 针对目前分析化学在线课堂微视频存在的问题, 探讨了在微视频中引入各种类型实验的方法和优势, 实现了理论教学和实验教学相互融合、相互促进, 为化学类在线课程教学改革提供了新的机遇和挑战。同时对教学改革实践结果进行了问卷调查和分析。

**关键词:** 微视频; 分析化学; 实验; 在线课程

**中图分类号:** G64; O6

## Reform of the Teaching Mode in Analytical Chemistry by Introduction of Experimental Videos to the Online Classroom

XIE Hongzhen\*, WEI Danyi, LI Tianhua

School of Material Science and Chemical Engineering, Ningbo University, Ningbo 315201, Zhejiang Province, P. R. China.

**Abstract:** The current situation of analytical chemistry teaching and reform, as well as some problems in micro-videos of online classroom was analyzed. In order to solve these problems, short experimental videos were introduced to the online classroom to demonstrate experimental methods. The new teaching mode achieves mutual integration and promotion of the classroom teaching and laboratory teaching, providing opportunities and challenges for the teaching reform of chemistry online course. The results of the teaching reform were investigated and analyzed by questionnaire.

**Key Words:** Micro-video; Analytical chemistry; Experiment; Online course

分析化学是高校化学相关专业一门重要的专业基础课, 同时也是实用性很强、理论与实践密切结合的学科。因此, 在分析化学的教学过程中, 既要讲授化学分析的原理与方法, 使学生建立起严格的“量”的概念, 培养学生在从事理论研究和实践工作时严谨的科学态度; 又要培养学生灵活、创造性地运用所学理论知识和基本技能去解决社会生产生活中问题的能力。分析化学实验对于学生实现知识和能力的转化起着举足轻重的作用, 是分析化学理论教学与培养实用创新型人才的桥梁。分析化学实验与理论教学具有同等重要的地位, 同时对理论教学具有反哺功能。

### 1 分析化学教学及改革现状

从教学内容来看, 分析化学理论教学内容主要包括误差及分析数据处理法、常用分离和富集方法、四大滴定分析方法、重量分析法和吸光光度法等几部分内容。这些教学内容往往涉及繁琐复杂

收稿: 2018-01-24; 录用: 2018-04-13; 网络发表: 2018-04-23

\*通讯作者, Email: xiehongzhen@nbu.edu.cn

基金资助: 宁波大学教研项目(jyxmxzd1727); 宁波大学混合式课程建设项目(421605760); 宁波大学精品在线开放课程建设项目(分析化学); 刘孔爱菊教育基金

的概念、原理、曲线、公式等,相对比较枯燥和抽象,在传统的教学模式下学生不能真正理解概念原理的前因后果、曲线和公式的来龙去脉,导致学生在学习过程中只能机械记忆课本内容,使得他们极易产生疲劳感和厌烦心理,严重影响学生的学习积极性和效率。针对传统教学模式中存在的这些问题,分析化学教学工作者已经进行了一系列的教学改革和探索。在教学过程中探索了新的教学方法如PBL(项目式教学法)教学法、案例教学法、项目教学法等<sup>[1,2]</sup>,采用了新的教学模式如慕课、微课、翻转课堂、混合式课堂等<sup>[3,4]</sup>,并且已经取得了一定的成效。

分析化学作为一门实践性很强的学科,理论与实践密不可分。所以,教材中很多理论知识,如酸碱解离常数的测定、各种滴定分析方法的基本原理、指示剂的显色、各种滴定分析方法的应用、吸光光度法等都需要有相应的实验来辅助、验证和实践。但是,由于各高校师资、学时和场地等实验条件的限制,现阶段分析化学实验教学主要存在以下问题:(1)从实验教学内容来讲,现阶段分析化学实验主要以验证性实验为主,缺少综合性、设计性与创新性的实验,内容相对陈旧。同时,部分教材中提到的重要实验没有出现在实验教学中;(2)从教学安排来看,实验项目与理论教学内容往往不同步,两者相互脱节,理论知识得不到及时的巩固,运用理论知识解决实际问题的能力得不到提高;(3)从教学方法来看,实验课教学模式单一,仍然采用教师先讲,学生依照早已安排的实验步骤进行操作,实验中只会“照方抓药”式的操作,实验过程中缺乏科学的思考和创新;(4)从考核方式来看,实验课考核方式单一、标准低,造成了很多学生对实验课不够重视。

以上实验教学中存在的诸多问题,势必造成理论教学与实验教学不能相互促进、相互融合的问题。为了解决这些问题,对实验教学进行改革的同时<sup>[5,6]</sup>,在理论教学的过程中引入实验,将是解决此问题的有效途径。

## 2 慕课、微课和翻转课堂背景下,理论教学微视频中引入实验的必要性

慕课、微课和翻转课堂是分析化学教学改革中出现的新的教学模式,众所周知,这些新的在线课堂模式无一例外都必须依托于线上教学,而微视频又是线上教学的核心要素。线上微视频与传统课堂教学中师生可以面对面交流不同,缺乏互动的学习氛围,并且往往是某个孤立知识点或教学环节的内容呈现,无特定的教学情境。同时,在线微视频的观看过程,是一个自觉学习的过程,分析化学微视频如何能够吸引学习者的眼球,让其驻足并饶有兴趣地观看,直到掌握相应的知识点,是微视频制作过程中需要解决的核心问题。

微视频并不是传统课堂教学的重现,而是围绕一个知识点、实验操作、疑难问题解答等环节展开的教与学的过程和相关资源的有机结合体,这就要求教师在视频制作过程中要针对核心的教学内容进行精心的教学设计。但是,目前在线的部分分析化学微视频是教师上课时录制的视频,缺乏精心的教学设计,严格来讲,这类视频应该属于教师教学视频片段,显然不是供学生在线学习的微视频。当然,分析化学教学改革的过程中也涌现出一批制作精良的微视频,其针对不同的教学内容设计运用了其他学科常用的不同表现形式,如在教学视频中引入了图片、动画、音频、视频、实物展示等,一定程度上提高了学习者的学习兴趣和学习效率。分析化学作为一门理论和实验紧密结合的课程,实验具有生动、形象、直观、新奇的特点,必然是理论教学微视频中的重要组成部分,势必在激发学习兴趣、理解新概念、归纳总结化学规律、理论知识的应用、培养创新性思维等方面起着关键的作用。

## 3 在线课堂微视频中引入实验的教学模式探讨

微视频中所引入的实验并不包括分析化学实验课中学生所做过的实验,而是分析化学教材上提到的,并且与理论知识密切相关的一些实验,是对分析化学实验课的补充、拓展和提高。根据理论教学的需要,微视频中引入的实验可以有以下几种形式:(1)教师实验室录制好的实验视频;(2)仿

真实实验视频；(3) 互联网上下载的实验视频；(4) 学生自己录制的实验视频。但是，无论哪种形式的视频都需要教师或者学生结合课本理论知识和实验现象，进行启发、引导、分析、归纳和总结。这些实验视频的引入，对分析化学各个环节的教学起到至关重要的作用。

### 3.1 利用与生产生活密切相关的趣味实验导入新课，激发学习兴趣

新课的导入是教学的一个重要环节，它能使学生在新课的开始就集中注意力并产生好奇心和求知欲。尤其在线学习的微视频要想在开始的 1-2 min 内吸引学习者的眼球，并让其驻足观看到结束，课程的导入环节显得尤为重要。利用生产生活中常见的趣味实验引入新课，这类实验原理简单、现象明显、与课本理论知识密切相关，能够强烈吸引学生的注意力，激发学生的学习兴趣，创设生动活泼的学习情景，使学习者愉快、自然地进入新课的学习。如：在酸碱指示剂这节内容新课导入时，我们在微视频中引入紫甘蓝的叶片分别浸泡在 NaOH 和盐酸溶液中变色的实验。该实验用的材料是生活中常见的紫甘蓝叶片，经过几分钟的浸泡，NaOH 溶液中的叶片变成亮黄色，HCl 溶液中的叶片变成红色，实验前后紫甘蓝叶片发生了明显的颜色变化。此时学生不禁会思考，是什么原因导致叶片变色的呢？这时教师就可以引出这节课需要讲的问题，指示剂的概念和指示剂变色的原理。学生就可以带着这个问题继续观看视频，直到这个问题得到解决。

### 3.2 利用经典滴定实验，总结归纳四种滴定法的基本原理，突破难点，掌握重点

四大滴定分析方法占据了分析化学教学的很大篇幅，其中每种滴定分析法的滴定曲线的绘制、滴定突跃范围的确定、指示剂的选择是学习的重点，也是难点。在传统的教学模式中，与滴定法对应的实验一般安排在理论教学之后，或者实验课上安排的实验与课本上的实例不一致，导致教师无法把滴定的实验现象与理论知识相结合，教师只能采用枯燥的理论计算和曲线绘制来讲述这部分内容，所以学生感觉这部分知识比较抽象、难理解、难掌握。四种滴定分析法都需要指示剂颜色的变化指示滴定终点，所有滴定终点前后都会有鲜明的颜色突变，因此微视频中引入滴定过程，首先会吸引学生的注意力，提高学习兴趣；再就是帮助学生形成感性认识和形象思维，自然过渡到理性认识，形成抽象思维，总结和归纳出滴定分析的基本原理，突破了难点，掌握了重点。例如在讲述酸碱滴定的基本原理时，微视频中引入的是 NaOH 滴定盐酸(强碱滴定强酸)的实验，在滴定过程中教师边操作边讲解。在此过程中学生清楚地观察到滴定的三个阶段：指示剂变色前、变色过程、变色后，对应于教科书中的滴定开始到化学计量点 0.1% (滴定分数为  $\alpha = 0.999$ )，化学计量点前后 0.1% (滴定分数  $\alpha$  从 0.999 到 1.001)，化学计量点后三个阶段。通过实验和讲解，一方面，学生理解掌握了滴定突跃、滴定终点和化学计量点的区别，指示剂如何选择，滴定误差产生的原因等重点问题，最后总结归纳出酸碱滴定的基本原理，突破了难点；另一方面，微视频中教师的规范操作对学生在实验室中的滴定操作有指导作用。这章内容安排的实验教学内容是食醋总酸度的测定(NaOH 滴定醋酸是强碱滴定弱酸)，学生在实验室实际操作的过程中，会遵循教师的规范操作方法，同时还有利于理论知识的进一步巩固，实现理论知识与实际应用密切结合，相互促进。这种方法同时适用于其他三种滴定分析方法(表 1)。

表 1 微视频中引入的实验与实验教学中的实验

| 滴定分析法   | 微视频中引入实验                             | 实验教学中的实验                 |
|---------|--------------------------------------|--------------------------|
| 酸碱滴定法   | NaOH 滴定盐酸                            | 氢氧化钠标准溶液配制标定及食醋总酸度的测定    |
| 络合滴定法   | EDTA 滴定 $\text{Cu}^{2+}$             | EDTA 标准溶液配制标定及自来水硬度的测定   |
| 氧化还原滴定法 | $\text{Ce}^{4+}$ 滴定 $\text{Fe}^{2+}$ | 高锰酸钾标准溶液的配制标定及水样中 COD 测定 |
| 沉淀滴定法   | 法扬司法测定 $\text{Cl}^-$ 的含量             | 莫尔法测定食盐中氯的含量             |

### 3.3 在微视频中引入创新性、设计性和综合性实验, 拓展化学分析法的应用

从目前高校分析化学实验的教学现状来看, 实验教学中普遍缺少创新性、设计性和综合性实验, 学习者的视野范围局限在理论和实验教材中。在微视频中引入这三类实验, 实现了分析方法的拓展和灵活应用, 提高了学生的学习兴趣 and 科研兴趣, 培养了学习者的创新能力、科研能力、综合运用知识解决问题的能力。

#### 3.3.1 改革创新性实验实例

在酸碱滴定法应用这一节内容中, 其中一个应用是双指示剂法测定混合碱的含量( $\text{Na}_2\text{CO}_3$  和  $\text{NaHCO}_3$  或者  $\text{NaOH}$  和  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  混合碱)。教材中是用  $\text{HCl}$  滴定混合碱, 分别用酚酞和甲基橙作为指示剂确定两个滴定终点。在实际的滴定过程中我们发现, 第二滴定终点时, 甲基橙由碱式色(黄色)变成酸式色(红色)的过程中, 会出现过渡色(橙色), 导致滴定终点变色不敏锐, 容易造成过大的终点误差。在此微视频中, 我们对此实验进行了改革创新。利用前面讲过的变色范围更窄、变色更敏锐的甲基红-溴甲酚绿混合指示剂来代替甲基橙。滴定达到滴定终点时溶液由混合指示剂的碱式色(绿色)变为酸式色(橙色), 变色非常敏锐, 同时提高了分析结果的准确性(图 1)。

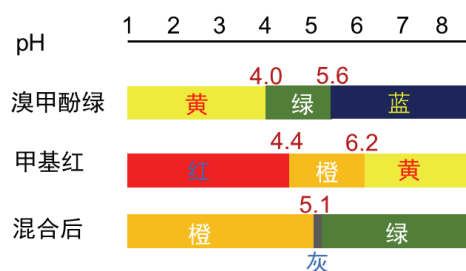


图 1 甲基红-溴甲酚绿混合指示剂变色原理

#### 3.3.2 设计性和综合性实验实例

例如在四种滴定分析法、重量分析法、吸光光度法三类化学分析法教学内容完成后, 要求学生用尽可能多的方法设计测定混合溶液中  $\text{Fe}^{2+}$  和  $\text{Fe}^{3+}$  含量的实验方案。在此过程中学生需要综合考虑所学过的分析方法, 选定测定方法, 查阅文献, 论证该方法的可行性, 设计出每种测定方法的实验原理、实验所用仪器和试剂、实验步骤、数据记录和处理方法。实验方案完成后, 要求学生上传到课程网站, 教师对其进行评价和打分。教师在实验室用不同的方法(图 2)测定出  $\text{Fe}^{2+}$  和  $\text{Fe}^{3+}$  的含量, 并对每种方法的实验结果进行对比, 指出每种测定方法的优缺点, 并制作成微视频供学生在线观看。通过学生自己设计方案和在线学习教师的视频, 可以看到自己方案的不足之处, 体会到同样一个问题可以用不同的分析方法来解决, 锻炼了学生理论知识的灵活综合运用能力, 培养了科研兴趣。

## 4 教学改革实践结果

本课程借助本校数字化学习平台, 已经建设了在线课程网站。其中理论教学在线视频中引入了上述各种类型的实验视频, 同时还上传了与课程知识相关的趣味实验视频、与生活密切联系的实验视频等。该课程已经面向三届化学专业共 121 名学生开放, 针对各种实验视频引入理论教学在激发学习兴趣、有助于理论知识的理解和掌握、提高实验技能、拓宽知识面四个方面进行了问卷调查, 结果如图 3 所示。89% 的学生认为该类型的视频对于理论知识的理解和掌握有很大帮助, 同时 80% 左右的学生认为对于提高学习兴趣、提高实验技能和拓宽知识面方面也有较大帮助。同时, 参与该课程的学生期末考试平均分也高于其他平行班。

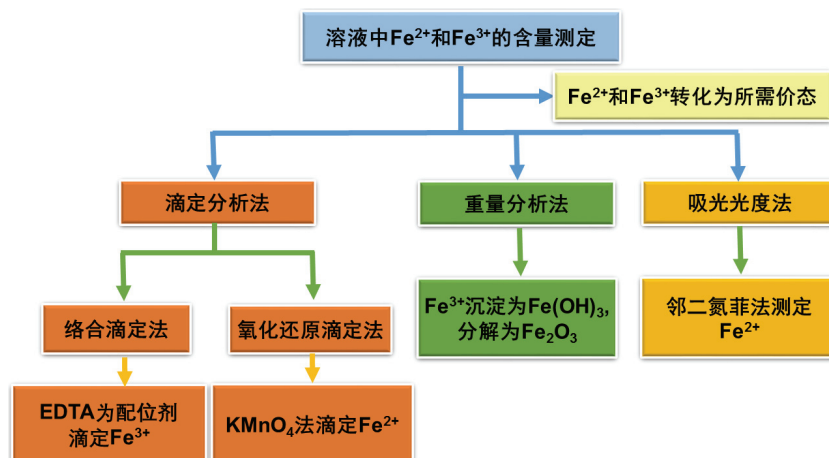
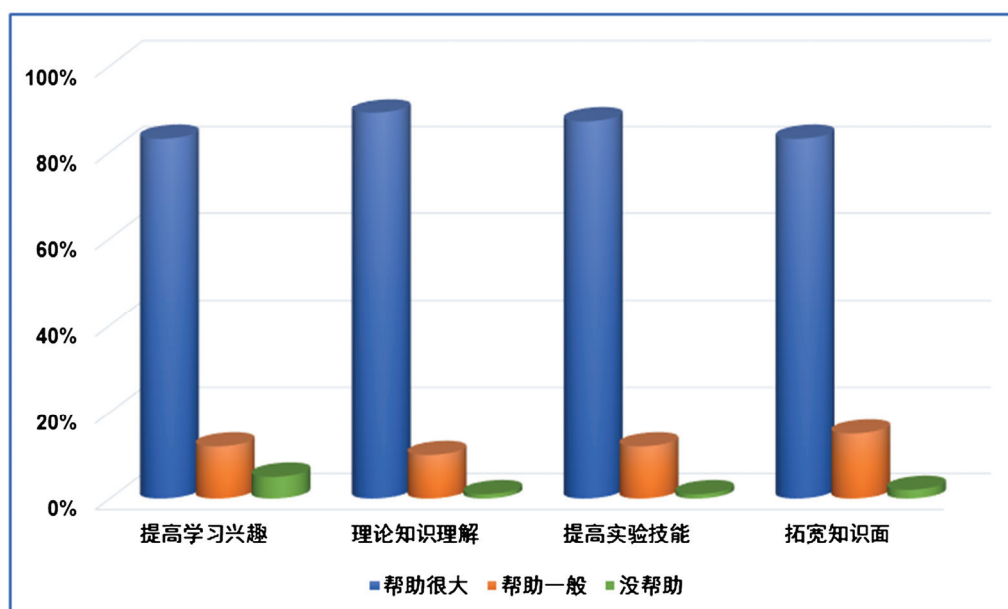
图2 化学分析法测定  $\text{Fe}^{2+}$  和  $\text{Fe}^{3+}$  的含量

图3 调查问卷结果分布

电子版为彩图

## 5 结语

分析化学在线微视频中引入与生产生活密切相关的趣味实验来导入新课, 激发学生的学习兴趣, 创设生动活泼的学习情景, 使其愉快、自然地进入新课的学习; 引入颜色变化鲜明的滴定实验来总结归纳滴定分析法的基本原理, 使繁琐的计算和枯燥的理论与滴定过程实验现象相结合, 突破难点, 掌握重点; 引入创新性、设计性和综合性实验, 补充实验教学不足的同时, 锻炼了学生理论知识的灵活综合运用能力, 培养了科研兴趣。

综上, 引入各类实验视频的分析化学在线课堂, 是分析化学线上教学的生命力和吸引力的保证, 也是化学类在线课程区别于其他学科课程的鲜明特色。这种新的微视频形式将为化学类在线课程改革提供新的机遇和挑战。

---

参 考 文 献

- [1] 邵艳秋, 刘素娟, 任玉兰, 付大同. 牡丹江师范学院学报(自然科学版), **2015**, 93 (4), 74.
- [2] 金花, 张晓松, 隋春霞. 高师理科学刊, **2016**, 36 (4), 93.
- [3] 谢洪珍, 魏丹毅. 宁波大学学报(教育科学版), **2017**, 39 (3), 91.
- [4] 吴硕, 刘志广, 宿艳, 王秀云, 刘哲. 中国大学教学, **2015**, No. 1, 53.
- [5] 李松栋, 周激, 吴跃焕, 张翠红, 张颖. 实验科学与技术, **2012**, 10 (3), 90.
- [6] 许晶, 徐宝荣. 实验室科学, **2010**, 13 (1), 33.