

基础化学实验中开展线上线下混合式教学的探索与实践

曾秀琼, 蔡吉清, 顾昊睿, 王敏, 徐孝菲*

浙江大学化学系, 国家级实验教学示范中心, 杭州 310058

摘要: 为了提高基础化学实验课程的教学质量、探索实验教学新模式, 建设了基本操作微视频和实验讲座微视频等线上教学资源, 开发了线上考试系统和线上数据提交及评分系统, 创建了“ZJU 化学实验教学中心”微信公众号, 开展了线上线下混合式教学, 取得了较好的教学效果, 为高校化学实验课程的教学改革提供一些参考。

关键词: 基础化学实验; 微信公众号; 线上线下; 混合式教学

中图分类号: G64; O6

Exploration and Practice of Mixed Online/Offline Teaching in Basic Chemistry Experiment Courses Education

Xiuqiong Zeng, Jiqing Cai, Haorui Gu, Min Wang, Xiaofei Xu *

National Demonstration Center for Experimental Education, Chemistry Department, Zhejiang University, Hangzhou 310058, P. R. China.

Abstract: In order to enhance the quality of chemistry experiment courses, online teaching resources have been established, such as operation videos and course lecture videos. Moreover, online pre-lab testing system and data submitting-grading system have been developed, a WeChat public platform has been built named after “Chemistry Experiment Teaching Center of ZJU”. Through these resources and platform, a mixed online/offline teaching mode was practiced in recent years, some good education aims have been achieved.

Key Words: Basic chemistry experiment courses; WeChat public platform; Online/offline; Mixed teaching

化学是一门以实验为基础的科学, 实验教学模式的改革对高校人才培养起着重要的作用^[1-8]。由于国内中学的应试教育, 低年级大学生的化学实验基础普遍较差。而基础化学实验课程涉及众多的知识点和基本操作, 实验课程的课堂教学中常常面临两难困境, 要么老师上成了讲座课, 留给学生的动手实验的时间少了; 要么学生机械地参照讲义完成实验, 不能明白其中的原理和知识。为了解决这些问题, 我们建设了线上考试题库和数据提交及评分系统、开发了“ZJU 化学实验教学中心”微信公众号、制作了一系列的基本操作视频和实验讲座视频, 在基础化学实验课程中开展线上线下混合式教学。依托这些教学资源及平台, 学生可以按照学习要求进行课前学习, 并通过课堂讨论和预习考核等模式, 高效地掌握“三基”知识。混合式教学模式实施以来, 节约了课堂讲解和操作演示的时间, 使学生有更多时间开展自主实验或探究实验, 取得了较好的教学效果。

收稿: 2019-12-06; 录用: 2019-12-09; 网络发表: 2019-12-18

*通讯作者, Email: xuxiaofei@zju.edu.cn

基金资助: 浙江大学 2019 年线上线下混合式教学培育项目; 浙江大学 2018 年实验技术研究项目(SGL201801); 浙江大学化学系 2019 年教学改革研究项目

1 线上教学资源及平台的建设

我校的基础化学实验课程主要有 6 门, 每学年选课学生多达 3000 人次, 分为面向近化专业的普通化学实验(甲、乙、丙)和大学化学实验 O(即有机化学实验)等, 面向化学专业类的基础化学实验 I 和基础化学实验 II。这些课程授课周期均为 16 周, 每周完成一个实验项目。在传统的教学设计中, 预习及自主学习的效果总是不好, 一则缺乏便捷的考试系统、二则没有系统的线上学习资源, 而随着互联网+孕育而生的线上考试系统及学习平台可以很好地解决这些问题。

1.1 预习考试系统及题库的建设

为了方便组卷和评判,预习考试系统建设时考虑了以下情况:(1)指导教师或系统管理员可以从电脑端导入题库、修改题目和设置组卷模式;(2)通过设置题型、题量和分值,系统不但可以自动形成一套试卷,而且每位学生的试卷内容也不完全相同;(3)可以设置进入考试和完成考试的时间,便于统一进行;(4)学生在线提交后,系统自动评判成绩;(5)学生可以查看自己的成绩及错题情况,便于及时巩固;(6)教师可以随时查看班级成绩,期末时可以导出所有成绩,便于汇总平时成绩。为了便于系统自动评判成绩,题库建设时要求每个实验包含 30-50 道标准化选择题;系统自动选出 20-25 道,供学生线上限时完成。

每个实验项目的标准化选择题包含以下内容：(1) 本次实验的基本原理和基础知识；(2) 本次实验的关键步骤；(3) 本次实验的试剂安全及操作安全；(4) 本次实验废液的产生及处理；(5) 化学实验室安全及防范；(6) 化学实验室应急知识。其中最后三项为必考题，每项必选 3-5 题。通过这些考题的设置，预习考试不但可以加深学生对实验的基本理论、基本原理、实验仪器、实验步骤及实验安全的掌握和理解，强化学生的安全意识和应急处理，而且也培养了学生绿色化学的理念。

1.2 教学微视频资源的建设

以基础化学实验 I 为例, 根据课程开设实验所涉及的“三基”内容, 将教学微视频资源设计成“基本操作”和“实验讲座”两大类型(图 1)。



图 1 发布到网站的微教学视频目录

左：基本操作；右：实验讲座

“基本操作”类型：根据实验项目涉及的操作，确定了“基本操作”(含“无机制备操作”和“化学分析操作”两大板块)和“数据处理/制图”两个视频单元的重点及难点、易错点等内容，设计了拍摄脚本。“基本操作”单元分为“无机制备操作”和“化学分析操作”两个大板块，其中“无机制备操作”板块包括“试剂的取用”和“减压过滤”等3个小板块；“化学分析操作”板块包括“分析天平的使用”“滴定管的使用”“移液管的使用”和“容量瓶的使用”等13个小板块。“数

据处理/制图”单元包括“吸收曲线”和“标准曲线”的 EXCEL 制图或 ORIGIN 制图等 4 个小板块。在设计视频的脚本和字幕时,查阅了大量资料,做到操作规范、解说精准。如“移液管的使用”视频中,取液时移液管下端尖嘴停靠何处、停靠多久,都经过反复论证后确定。值得一提的是,“基本操作”视频的脚本、拍摄及剪辑全部由我系本科生负责完成。

“实验讲座”类型:为了避免因实验项目更新而使讲座视频过时,同时为了方便学生按菜单查询和按需观看,“实验讲座”视频全部按照知识点分类剪辑和制作。如,课程教学实验项目中的“分光光度法测定铁含量”剪成了五个视频,分别涉及实验原理、测定条件选择、实验内容和分光光度计的使用等。图 2 为该实验的其中四个视频,时长分别为 29、20、12 和 9 min。



图 2 光度法测定铁含量实验的四个讲座视频

1.3 教学课件资源建设

每学期的开学第一讲,即课程基础知识和安全知识,涉及到课程简介、数据记录及处理和实验室安全等诸多内容。如果只是线下课堂讲解,不但花费很多时间、而且教学效果也不好,因此设计成近 100 张 PPT 的教学课件,分课程简介、课程要求、数据记录及处理、化学实验室安全和基础化学实验守则等五个部分(图 3)。再如,水泥熟料全分析实验涉及重量分析、恒重、配位滴定和酸度控制等原理及操作,常规讲授需要一个半小时,因此也设计成教学课件。这些教学课件提前发布到浙江大学化学实验教学中心网站,供学生课前学习和课后复习,以节约授课时间。



图 3 光度法测定铁含量实验的四个讲座视频

1.4 微信公众号建设

为了加强学生的课前预习考核,强化实验室安全意识及管理,我中心于 2016 年 3 月注册了“ZJU 化学实验教学中心”微信公众号,分成“考试系统”“用户中心”和“学习发布”三大菜单模块,并逐步开发了“线上预习考试”“线上实验室安全准入考试”“线上签入-签出”和“线上数据提交及评分”等系统(手机端和电脑端)(图 4)。

2 线上线下混合式教学的开展

教学资源是开展线上线下混合式教学的前提,制作完成的教学视频和教学课件都发布到浙江大学化学实验教学中心网站,选课学生或者其他需要者可随时点击观看。“ZJU 化学实验教学中心”微信公众号各个功能模块的建成,为开展线上线下混合式教学提供了有力的支撑,每学年该微信公众号注册学生超过 6000 人次。



图4 微信公众号模块页面

从左到右：公众号、线上考试、数据提交和签入签出

2.1 线上学习要求

由于一些学生的实验基础很差，为了使尽快掌握规范操作，要求学生课前和课后反复观看基本操作视频，知晓操作要点。同时为了让学生理解实验项目的基本原理和基础知识，在新编讲义里特意编写了相关的预习思考题，引导学生有目的的观看讲座视频并进行归纳。如“分光光度法测定铁含量”实验中，要求学生先观看相关的5个讲座视频(图2)，再简要回答以下5个问题：(1) 分光光度法的测定原理、朗伯-比尔定律及其使用条件。(2) 什么是吸收曲线？如何绘制吸收曲线？(3) 什么是标准曲线法？如何绘制标准曲线？(4) 为什么要用参比溶液？如何选择参比溶液？(5) 分光光度计的使用步骤及注意事项。

2.2 线上监管和考核

(1) 线上预习考试：为了巩固和监督学生的预习情况，每次在讲解前召集学生统一进行线上预习考试。考试时间为8–10分钟，考题数量为20–25道。学生通过“ZJU 化学实验教学中心”微信公众号进入考试，提交后可以马上查看成绩和错题(图4)。2019年秋冬学期起，线上预习考试占课程总评成绩的比例由15%提高到20%以上，更加激发了学生课前学习的主动性和认真度。

(2) 线上数据提交及评分：为了公平、公正评价学生的实验结果，也为了确保学生数据的真实性，学生离开实验室之前，需按系统提示输入实验数据。学生提交的数据由系统进行自动处理，并按设置的评分规则进行自动评分。指导老师可以从电脑端导出班级每位同学的实验结果、各分项得分以及总分等(图5)。系统导出的总分按一定比例计入学生的每次平时成绩里，既确保了实验课程过程考核及评价的可靠性和公正性，又提高了学生认真完成实验的积极性。此外，线上数据提交及评分系统的实施，大大减少了指导老师的批改实验报告的工作量。

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	五水合硫酸铜/g	制得产品总量/g	测重铬酸钾含量时所称产品/g	Vi(钼代硫酸的)/mL	测铜含量时所称产品/g	VEDTA/mL	产率/%	重铬酸钾含量/%	平均重铬酸钾含量/%	铜含量/%	平均铜含量/%	产率得分	配位比得分	总分	
2	1.94	2.55	0.1119-0.1079-0.1066	11.8-11.70-11.66	0.1048-0.1019-0.1113	13.81-13.58-14.9	92.1	78.27-81.88-83.16	81.10	17.35-17.55-17.63	17.51	1.99	90	100	95
3	1.92	2.75	0.1191-0.1115-0.1151	12.8-12.13-12.45	0.1139-0.1188-0.1162	15.08-15.75-15.45	100.3	67.18-76.31-71.82	71.77	17.43-17.46-17.51	17.47	1.76	85	50	67.5
4	1.93	2.75	0.1091-0.1016-0.1024	11.35-11.9-11.84	0.1126-0.1055-0.1043	14.93-14.03-13.88	99.8	83.41-85.46-85.24	84.70	17.46-17.51-17.52	17.50	2.08	95	90	92.5
5	1.90	2.48	0.1046-0.1049-0.1141	8.59-10.75-12.88	0.1076-0.1089-0.1139	13.58-13.58-13.66	91.5	106.98-91.08-69.60	89.22	16.62-16.42-15.79	16.28	2.35	90	50	70
6	1.91	2.65	0.1071-0.1052-0.1051	11.27-11.33-11.33	0.1062-0.1055-0.1052	14.38-14.36-14.36	97.2	85.53-86.64-86.73	85.30	17.83-17.92-17.97	17.91	2.07	95	90	92.5
7	1.90	2.24	0.1175-0.1136-0.1057	14.92-14.62-13.70	0.1164-0.1144-0.1090	13.80-13.70-13.30	82.6	54.56-58.44-69.29	60.75	15.61-15.77-15.95	15.78	1.65	70	50	60
8	1.88	2.49	0.1033-0.1030-0.1017	11.36-11.16-11.07	0.1036-0.1031-0.103	13.57-13.44-13.47	92.8	88.02-89.74-91.56	89.77	17.25-17.17-17.22	17.21	2.24	90	50	70
9	1.92	2.44	0.1031-0.1145-0.1111	12.10-10.70-11.30	0.1080-0.1116-0.1034	14.23-14.88-13.58	89.0	82.75-83.77-82.25	82.92	17.35-17.56-17.29	17.40	2.04	85	90	87.5
10	1.87	2.50	0.1129-0.1175-0.1093	9.85-9.50-9.55	0.1036-0.1037-0.1102	13.58-13.68-14.28	93.7	90.66-89.37-95.73	91.92	17.26-17.37-17.06	17.23	2.29	95	50	72.5
11	1.89	1.21	0.1019-0.1019-0.1065	11.05-10.85-11.35	0.1002-0.1193-0.1031	12.88-17.98-11.28	44.9	91.53-93.02-85.44	90.00	16.93-19.85-14.41	17.06	2.26	50	50	50
12	1.95	2.60	0.1051-0.1195-0.1106	11.25-12.75-11.66	0.1036-0.1042-0.1027	13.69-13.73-13.48	93.4	87.30-67.28-80.15	78.24	17.40-17.35-17.28	17.34	1.93	95	90	92.5
13	1.90	3.31	0.1032-0.1071-0.1075	9.35-8.45-8.45	0.1122-0.1121-0.1108	14.90-14.73-12.83	122.0	102.8-105.5-105.1	104.5	17.49-17.30-15.25	16.68	2.69	50	50	50
14	1.89	2.51	0.1012-0.1135-0.1055	12.85-12.26-12.68	0.1046-0.1059-0.1093	14.03-14.04-14.65	93.0	78.69-74.10-76.71	75.50	17.68-17.47-17.65	17.59	1.86	95	70	82.5
15	1.93	1.94	0.1119-0.1090-0.1044	12.90-12.62-12.24	0.1052-0.1067-0.1104	14.00-14.21-14.70	70.4	70.83-74.66-80.71	75.40	17.52-17.54-17.53	17.53	1.95	60	70	65

图5 数据提交及评分系统

左：提交页面；右：导出的数据及得分

(3) 线上签入签出: 学生进入和离开实验室时, 要求通过“ZJU 化学实验教学中心”微信公众号进行签入和签出(图 4)。指导老师可以查看或导出整个班级的情况, 含签入和签出时间、签入和签出位置(以化学实验中心进行定位), 保障了实验室安全的过程监督。

2.3 线下教学设计

由于有了线上学习资源与平台以及预习考试的要求, 学生不再过分依赖课堂讲解, 而是带着预习好的知识储备进入实验室, 他们已经领会了实验原理、明确了实验要点。因此在线下课堂教学中要摒弃常规的教学设计, 不需把实验原理和实验步骤重新讲一遍。通过设计一些更有针对性的问题, 以提问或小组讨论的形式强调关键步骤以及安全要点等重点和难点, 这样可以节省大量的讲解时间, 把课堂时间留给学生, 使得学生能充分完成实验项目、并开展一些探究性实验^[9]。

3 结语

近几年, 通过线上教学资源(如考试题库、操作视频和讲座视频等)、教学平台(如微信公众号和网站等)以及教学硬件(如教学一体机)的建设, 在基础化学实验课程中开展了线上线下混合式教学模式的探索, 取得了较明显的教学效果。我们将积极响应教育部“金课建设”计划, 继续借鉴其他高校的成功经验^[10-13], 不断探索“互联网+”时代的化学实验教学模式, 为培养高质量的人才而努力。

参 考 文 献

- [1] 张树永, 朱亚先, 张剑荣. 大学化学, **2018**, 33 (10), 1.
- [2] 苏育志, 王静, 周爱菊, 张建华, 李楠, 林龚勇. 化学教育, **2016**, 37 (8), 25.
- [3] 强根荣, 盛卫坚, 刘秋平, 王红. 实验室研究与探索, **2010**, 29 (11), 107.
- [4] 曾秀琼, 赵华绒, 王国平, 李秀玲, 张嘉捷, 李宁, 方文军. 实验技术与管理, **2012**, 29 (8), 4.
- [5] 张树永, 张剑荣, 陈六平. 大学化学, **2016**, 31 (9), 1.
- [6] 谢爱娟, 姜艳, 罗士平, 马江权, 周国平. 实验技术与管理, **2016**, 33 (8), 173.
- [7] 张劲, 彭天英, 贺国文, 张令君. 广东化工, **2019**, 47 (11), 199.
- [8] 赖璐, 郑赛利, 王周, 彭敏, 朱可佳, 李莲云, 李晓洁, 于志广, 许先芳, 陈六平. 大学化学, **2017**, 32 (3), 43.
- [9] 曾秀琼, 蔡吉清, 魏晓芳, 王敏, 王国平, 毛侦军. 大学化学, **2018**, 33 (8), 14.
- [10] 李婉, 黄微, 刘济红, 高明丽, 朱平平. 大学化学, **2017**, 32 (7), 18.
- [11] 赵立杰, 赵桦萍, 白丽明, 于海霞. 高师理科学刊, **2017**, 37 (7), 97.
- [12] 叶红, 何苏萍, 陈云, 俞松林. 化学教育, **2018**, 39 (22), 37.
- [13] 孙松, 姜艳, 成江. 广东化工, **2018**, 46 (24), 142.