

•教学研究与管理•

doi: 10.3866/PKU.DXHX201812001

www.dxhx.pku.edu.cn

分析化学在线开放课程群建设的创新与实践

王玉枝^{1,*}, 李颖², 杨屹³, 宦双燕¹, 吴硕⁴, 文志宁⁵, 苏星光⁶, 张文清⁷¹ 湖南大学化学化工学院, 长沙 410082² 高等教育出版社理工分社, 北京 100075³ 北京化工大学理学院, 北京 100029⁴ 大连理工大学化学学院, 辽宁 大连 116023⁵ 四川大学化学学院, 成都 610065⁶ 吉林大学化学学院, 长春 130021⁷ 华东理工大学化学与分子工程学院, 上海 200237

摘要: 重点探索分析化学在线开放课程群的建设, 依托数字资源和网络平台为分析化学教学空间构建提供平台支撑, 推动课堂教学模式的结构性变革。

关键词: 分析化学; 在线开放; 课程群

中图分类号: G64; O6

Innovation and Practice of Online Open Course Group Construction in Analytical Chemistry

WANG Yuzhi^{1,*}, LI Ying², YANG Yi³, HUAN Shuangyan¹, WU Shuo⁴, WEN Zhining⁵, SU Xingguang⁶, ZHANG Wenqing⁷¹ College of Chemistry and Chemical Engineering, Hunan University, Changsha 410082, P. R. China.² Science and Technology Branch of Higher Education Press, Beijing 100075, P. R. China.³ College of Science, Beijing University of Chemical Technology, Beijing 100029, P. R. China.⁴ School of Chemistry, Dalian University of Technology, Dalian 116023, Liaoning Province, P. R. China.⁵ College of Chemistry, Sichuan University, Chengdu 610065, P. R. China.⁶ College of Chemistry, Jilin University, Changchun 130021, P. R. China.⁷ School of Chemistry and Molecular Engineering, East China University of Science and Technology, Shanghai 200237, P. R. China

Abstract: This paper focuses on the construction of online open curriculum group of analytical chemistry, relying on digital resources and network platform to provide platform support for the construction of analytical chemistry teaching space, and to promote the structural reform of classroom teaching mode.

Key Words: Analytical chemistry; Online opening; Course group

近年来, 随着计算机技术的高速发展, 尤其是互联网技术在数字技术中应用的深化, 以及数字终端平台样式的日益多元化、便携化, 依托互联网的大型开放式网络课程(MOOC)已经成为教学方式

收稿: 2018-12-04; 录用: 2019-02-18; 网络发表: 2019-02-25

*通讯作者, Email: wyzss@hnu.edu.cn

基金资助: 高等教育出版社基金项目(项目所有资源库的应用及共享请向高等教育出版社咨询)

改革的重要趋势之一。

MOOC (massive open online courses), 即大规模在线开放课程, 是国际开放教育领域近年来出现的一种大众化的网络在线学习模式, 由于其大规模、开放性、自主性等优点而备受关注, 成为远程学习的一大热点^[1-3]。

MOOC 在社会上产生了广泛的影响, 以中国大学 MOOC 平台为例, 据大数据分析统计, 截至 2018 年 9 月, 有 74 所高校在平台开设 MOOC 课程, 开课总门数达到 1700 余门。从选课情况看, 平台注册用户达到 1400 余万, 选课人次超过 6000 万。由此可见, 大规模在线开放课程已经逐渐成为优质教学资源共享的重要途径和手段。

2015 年教育部发布了教高[2015]3 号文件——《关于加强高等学校在线开放课程建设应用与管理的意见》, 在政策上对在线开放课程建设给出了指导性意见, 指出: “2017 年前认定 1000 余门国家精品在线开放课程, 到 2020 年, 认定 3000 余门国家精品在线开放课程” “鼓励高校间通过协同创新和集成创新的方式建设满足不同教学需要、不同学习需求的在线开放课程或课程群”。

为了推动高校在线开放课程群建设, 更好地促进优质教学资源在教学中的广泛应用, 推动教学模式改革, 进一步提高课程教学质量, 通过多所高校联盟建设分析化学在线开放课程群具有十分重要的意义。

2017 年 7 月, 由高等教育出版社立项, 湖南大学牵头, 组成湖南大学、北京化工大学、四川大学、大连理工大学、华东理工大学、吉林大学、兰州大学、天津大学、武汉大学、厦门大学、扬州大学、郑州大学、中国地质大学(武汉) 13 所高校联盟, 筹建分析化学在线开放课程群资源建设项目组。旨在通过整合不同地区、不同高等学校的教学优势、课程特色, 共同建设高质量分析化学在线教学资源, 孵化出一系列有代表性的分析化学类在线开放课程, 形成课程群, 在具有大规模受众的平台上, 为不同层次、不同方向、不同需求的学生和社会学习者提供服务, 同时满足高等教育不平衡地区的学习需求。项目组建设成果如图 1 所示。

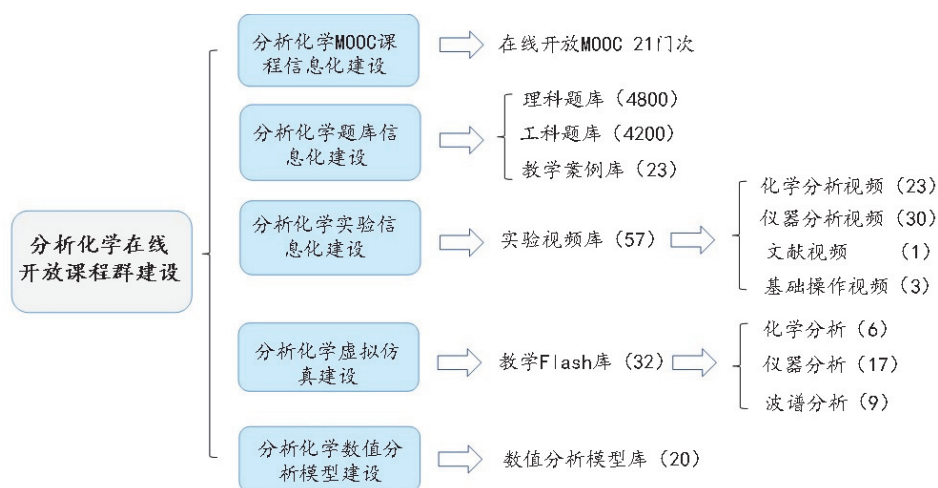


图 1 分析化学在线开放课程群建设的整体框架示意图

1 分析化学 MOOC 课程信息化建设

多所高校搭建分析化学类 MOOC 课程平台, 孵化具各校特色的优质 MOOC 课程。“特色化”不仅体现在内容选择的差异上, 还体现在同样教学内容的不同教学方法上, 即面向不同基础、不同层次、不同专业学生的差异化讲解。通过 MOOC 课程孵化平台的优质资源共享, 通过不同高校对 MOOC 课程的个性化设计和填充, 可以满足不同学校、不同类别学生对课程的差异化需求, 实现了共性与个性并存, 统一与特色兼顾。

截至 2018 年 11 月, 已在中国大学 MOOC 平台(“爱课程”网)上线的分析化学课程见表 1。

表 1 分析化学在线开放课程(中国大学 MOOC 平台)

序号	课程名称	学校名称
1	分析化学(一): 化学分析	湖南大学
2	分析化学(二): 仪器分析	湖南大学
3	分析化学(三): 波谱分析	湖南大学
4	分析化学	中国地质大学(武汉)
5	分析化学	大连理工大学
6	分析化学	东北大学
7	分析化学	扬州大学
8	分析化学	福州大学
9	分析化学	南阳师范学院
10	仪器分析	北京化工大学
11	仪器分析	扬州工业职业技术学院
12	高等仪器分析	福建农林大学
13	现代仪器分析	福建农林大学
14	波谱分析	西北大学
15	波谱解析	中国药科大学
16	复杂物质剖析	北京化工大学
17	药物分析	中国药科大学
18	食品分析与检验	河南农业大学
19	水分析化学	哈尔滨工业大学
20	化学分析技术	陕西工业职业技术学院
21	分析化学实验	武汉大学
22	基础化学实验(分析化学实验)	湖南大学

其中有 3 门课程在 2017 年获评首批国家精品在线开放课程。

一门 MOOC 的建设主要包括以下环节: (1) 根据课程特色制作课程宣传片, 发布课程公告; (2) 对教学内容进行重组和知识点分割, 制作教学课件、动画、虚拟仿真等必备的教学资源; (3) 准备制作视频需要的录屏、录音、录像的软硬件, 学习视频录制和剪辑; (4) 制作知识点框架对应的短视频, 此部分工作量最大; (5) 在 MOOC 平台创建课程, 上传视频和课件资源, 设计单元测试题、习题与期末考试题; (6) 设置各个教学单元的发布时间、截止时间和课程成绩构成; (7) 开课后负责讨论区答疑, 通过后台大数据关注教学进度和学生动态; (8) 结课后成绩确认和公布, 发放证书。MOOC 建设的重点和难点就是数字资源的建设, 通过在线课程群项目建设, 提供大量可共享利用的虚拟仿真教学 Flash、实验视频、在线题库、虚拟仿真教学软件、分析化学数值分析模型、教学案例等资源, 为分析化学类在线开放课程的建设提供支持。

MOOC 平台大大推动了分析化学优质教学资源的共享和利用, 促进了课堂教学模式的结构性变革, MOOC 平台既能辅助传统的课堂教学, 又能建立第二课堂帮助学生自主学习, 还可以应用到线上-线下混合式教学和翻转课堂的教学研究中, 是分析化学在线开放课程群的重要内容之一。

2 分析化学题库信息化建设

对各高校的优质资源进行整合创新, 多所高校协同建设面向大规模在线学生学习的练习题库、

测试题库,推动学习方式和考核方式的变化,从而实现“题库分级”及“练习与测试个性化”。其中练习题包含学生应该掌握的可测试学习内容的基本题目,测试题则是指可由基本题演变出的衍生题,与基本题具有相同的测试点或相同的题干,但具备不同的形体结构和答案。

在分析化学教学中,逐渐引入社会实际项目进行教学,以协助学生将理论课程与实验课程中学到的知识用于解决将来会面临的实际问题。案例研究在法学、心理学、医学教育等领域中广泛采用,在分析化学教学中,特别是在培养学生解决实际问题能力方面,同样具有重要的作用。

项目组已完成上线理科分析化学题库(含 4800 余题)和工科分析化学题库(含 4200 余题),以及包括问题教学、情景教学、社会教学等分析化学教学案例库(含 23 个案例)。

已建设的分析化学题库类型见表 2。

表 2 分析化学题库类型

序号	名称
1	理科分析化学题库(4800 余题)
2	工科分析化学题库(4200 余题)
3	分析化学教学案例库(23 个案例)

3 分析化学实验信息化建设

实验教学在分析化学教学领域占据着重要的地位,标准的实验操作、实验流程、仪器使用等十分重要。故项目组组织多所高校间实施 MOOC 实践教学资源建设探索,建设分析化学实验演示视频。实验选题内容涵盖基本操作、化学分析、仪器分析和波谱分析,做到重要章节知识的全覆盖,同时引入多个实际样品预处理、复杂样品中多组分的同时测定、分析仪器联用、结构类似物和异构体分析,能够满足多专业、多层次的不同需求。

项目组已完成分析化学实验视频 57 个,其中文献检索视频 1 个,化学分析基本操作训练视频 3 个,化学分析实验视频 23 个,仪器分析实验视频 30 个。

已建设的分析化学实验视频具体内容见表 3。

4 分析化学虚拟仿真教学软件建设

在分析化学教学中普遍存在着三大难题:一是某些知识点基本原理比较抽象,直接通过语言讲述学生很难理解,如核磁共振波谱中的“自旋耦合和裂分”,红外吸收光谱法中的“傅里叶变换”,配位滴定分析中“指示剂的僵化”现象等;二是某些重要的大型仪器设备比较昂贵,学生很少有机会接触到这些大型仪器,即使接触到也只能看不能动,看也看不到内部结构,学生视野难以拓宽,对仪器的掌握难以深入,如核磁、透射电镜等;三是很多有重要教学意义的实验因为存在危险系数大、药品毒性大、环境污染严重等问题使实验教学无法开展,如涉及到六价铬污染的重铬酸钾法测定,含铬电镀液分析,汞、铅重金属性质实验等。针对以上问题,项目组开发了系列 Flash,将知识点基本原理、大型仪器内部结构及工作流程、虚拟实验等引入分析化学课程教学,将抽象的知识直观形象地呈现在学习者面前,将有效加深学生对知识的理解,拓宽学生的知识面。

项目组已建设分析化学虚拟仿真教学 Flash 32 个,内容见表 4。

5 分析化学数值分析模型建设

通过归纳总结与标准化,项目组综合了目前在分析化学中常用的定性、定量分析的经典数值计算方法,建立了标准化的数值分析方法,以统一的程序(平台)实现并提供给读者(学生/研究人员)使用。

各类经典的计算方法直接以可视化的形式实现,用户可通过简单的鼠标点击进行数据的分析,计算结果以图形化的形式展示,便于理解。

表3 分析化学实验视频

序号	项目名称	序号	项目名称
1	文献检索	30	氟离子电化学传感器测定水中的微量氟
2	天平称量基本操作	31	桑色素荧光分析法测定水样中的微量铍
3	滴定分析基本操作	32	紫外分光光度法测定芳香族化合物
4	重量分析基本操作	33	示差分光光度法测定高含量铁
5	酸碱滴定法测定食品添加剂中硼酸的含量	34	分子荧光光谱法测定维生素 B ₂ 的含量
6	配位滴定法连续测定铅、铋混合溶液中 Pb ²⁺ 、Bi ³⁺ 的含量	35	原子吸收分光光度法测定奶粉中的钙
7	混合溶液中铋和铝的连续测定	36	循环伏安法测定铁氰化钾
8	高锰酸钾法测定软锰矿氧化力	37	饮用水中氟离子的测定
9	间接碘量法测定铜盐中铜的含量	38	ICP-AES 原子发射光谱法测定微量金属元素
10	鸡蛋壳中钙镁含量的测定	39	火焰原子吸收光谱法测定自来水中 Ca 的含量
11	天然水中 Ca、Mg 含量的测定	40	阳离子交换树脂交换容量的测定
12	微量滴定法测定食盐中氯化钠的含量	41	混合样中乙酸乙酯含量的测定——气相色谱分析
13	水硬度的测定	42	气相色谱法分析烷烃混合物的组成及含量
14	混合碱中 Na ₂ CO ₃ 和 NaHCO ₃ 含量的测定	43	高效液相色谱色谱柱效测定及分离条件考察
15	碘量法测定铜合金中铜的含量	44	苯、萘、联苯、菲的高效液相色谱分析
16	阿司匹林片剂中乙酰水杨酸含量的测定	45	高效液相色谱法测定饮料中咖啡因含量
17	动物胶凝聚重量法测定二氧化硅含量	46	气相色谱-质谱联用检测家庭制品中的塑化剂
18	莫尔法测定水样中氯离子的含量	47	氢化物发生——原子荧光法测定汞的含量
19	重铬酸钾法测定铁矿石中铁的含量	48	单扫描示波极谱法测量锌中微量的铅
20	溶液中铅和铋的连续测定	49	邻二氮菲光度法测定铁含量条件研究
21	高锰酸钾法测定水中过氧化氢	50	气相色谱法测定混合样品中苯、甲苯和乙苯的含量
22	水中六价铬的测定	51	毛细管区带电泳(CZE)分离硝基苯酚异构体
23	HCl 和 HAc 混合酸的测定	52	聚合物凝胶色谱分析
24	蒸馏法测定氨氮含量	53	热分析实验
25	水样化学需氧量(COD)的测定	54	红外光谱定性分析方法(聚苯乙烯红外光谱测定与解析)
26	水泥中铁、铝、钙、镁的测定	55	乙酰苯胺红外光谱法测定及谱图分析
27	纳米 Fe ₃ O ₄ 测三聚氰胺	56	核磁共振波谱法测量氢谱
28	铁的测定——邻菲罗啉-分光光度法	57	常见有机物质谱解析
29	阳极溶出伏安法测定水中微量镉		

此类数值分析模型的建设,不仅可提供方便、快捷的程序让用户进行使用,便于读者(学生/研究人员)学习、理解和使用经典的分析化学中的计算方法,提高工作效率;同时还可将现有的分析化学中常用的定性、定量方法进行归纳、总结与标准化,降低读者(学生/研究人员)在学习、使用过程中由于理解有误而出现错误的风险。

项目组已建设分析化学数值分析模型 20 个,内容见表 5。

6 资源建设和整合的把控

在子项目分析化学多媒体仿真教学软件和分析化学数值分析模型制作、分析化学试题库和案例库建设、分析化学实验视频的设计及建设实践中,如果缺乏组织和管理就容易造成资源的重复建设,不利于发挥各校优势,以及优质资源共建共享。为解决这一问题,项目组采取建立专家团队对子项目具体内容进行设计和审核的方法,从而达到有效推动项目进展,加快课程群孵化的目的。

表 4 分析化学虚拟仿真教学 Flash

序号	名称	序号	名称
1	滴定_碘量瓶	17	色谱_液相色谱高压泵
2	滴定_酚酞指示剂	18	原子吸收_石墨原子化器
3	滴定_容量瓶使用与溶液的配制	19	原子吸收_雾化室结构
4	滴定_移液管的使用	20	原子吸收_阴极灯
5	滴定基本操作-滴定读数	21	质谱_四极杆质谱仪原理
6	滴定终点操作	22	紫外可见_光吸收原理 1
7	电分析_玻璃电极	23	紫外可见_光吸收原理 2
8	电分析_液膜电极	24	紫外可见_吸收曲线
9	傅里叶红外仪工作原理	25	X 射线的衍射
10	红外产生条件	26	AES_定性及半定量
11	红外四种振动方式	27	AES_仪器设备
12	迈克尔干涉仪原理	28	红外光谱
13	毛细管区带电泳	29	反射光栅(调波长)
14	色谱_传质阻力	30	光栅光谱仪
15	色谱_分子扩散	31	极谱分析基本装置
16	色谱_涡流扩散	32	库仑滴定测定砷

表 5 分析化学数值分析模型

序号	名称	序号	名称
1	主成分分析	11	逐步回归
2	系统聚类	12	偏最小二乘回归
3	支持矢量机	13	信号简单一阶求导
4	贝叶斯判别分析	14	窗口移动平均平滑法
5	Fish 线性判别分析	15	信号窗口移动最小二乘拟合一阶求导
6	KNN	16	信号窗口移动最小二乘拟合平滑法
7	人工神经网络	17	Lowess 平滑法
8	一元线性回归	18	稳健 Lowess 平滑法
9	多元线性回归	19	T 检验
10	主成分回归	20	方差检验

经过多年的课程建设和积累,各个高校的课程资源各具特色,将这些特色转移到线上教学中,不仅需要具象化的图片、视频、教材等教学资源,还包括人文精神和思想的传承,将各校教师带来的新内容与新思想融合到在线开放课程中,能够赋予课程新的内涵。

进行基于优质教学资源共享,凸显各校特色的理科和工科分析化学在线开放课程群项目的建设 and 实践研究,对适应当今高等教育教学的改革,具有十分重要的意义,将使广大师生受益。

参 考 文 献

- [1] 王永固,张庆.教育研究,2014,No.9,112.
- [2] 刘继斌,赵晓宇,黄纪军,刘培国.高等教育研究学报,2013,36(4),7.
- [3] 李晓明.中国大学教学,2014,No.10,17.