

考古化学课程建设探索与实践

马莹¹, 刘刚¹, 王芬², 张恒¹, 宋其圣¹, 苑世领^{1,*}

¹ 山东大学化学与化工学院, 济南 250100

² 山东大学历史与文化学院, 济南 250100

摘要: 介绍了文理交叉课程“考古化学”的建设情况, 包括课程内容、教学团队及教学方法等。课程团队根据课程特点, 充分考虑选课学生不同专业背景, 构建了网上教学平台分享教学资料, 同时建立课堂微信群加强师生交流和讨论, 并在课堂中引入“以案例为基础”(Case-Based Learning, CBL)的教学法, 开展以案例为基础、学生为主体、教师讲解为辅助指导的教学模式, 有效激发了学生的学习兴趣, 取得了良好的教学效果。

关键词: 考古化学; 交叉学科; CBL教学法

中图分类号: G64; O6

Exploration and Practice on Construction of Archeological Chemistry Course

Ying Ma¹, Gang Liu¹, Fen Wang², Heng Zhang¹, Qisheng Song¹, Shiling Yuan^{1,*}

¹ School of Chemistry and Chemical Engineering, Shandong University, Jinan 250100, China.

² School of History and Culture, Shandong University, Jinan 250100, China.

Abstract: The paper introduces the construction of “Archaeological Chemistry”, including the course content, teaching team and teaching method. Considering the different professional backgrounds of students, we construct the online teaching platform to share teaching resource, and establish a classroom WeChat group to strengthen teacher-student communication. In the teaching, the Case-Based Learning (CBL) method is introduced as the basis, the students are considered as the main body, and the teachers’ explanation was used as auxiliary guidance. This teaching model enhances the students’ interest during learning, and better teaching results have been obtained.

Key Words: Archaeological Chemistry; Interdiscipline; Case-Based Learning

1 考古化学课程现状

考古学属于人文科学领域, 其研究目的是通过分析人类各种活动遗留下来的物质材料来探究古代人类社会, 而化学是自然科学的一个分支, 在分子、原子层次上研究物质的组成、性质、结构与变化的规律。考古化学就是结合化学和考古两个不同领域探讨古代人类的活动。可以说自考古学诞生以来, 考古化学就一直在考古研究中发挥着重要作用。尤其是随着各种科学技术在考古学中应用的广度和深度的不断增加, 考古化学在考古学中越来越发挥着重要的作用。

收稿: 2020-05-05; 录用: 2020-05-24; 网络发表: 2020-06-18

*通讯作者, Email: shilingyuan@sdu.edu.cn

基金资助: 山东大学教育教学改革研究项目(2019Y063); 山东大学实验室建设与管理研究项目(sy20192202); 山东大学青年交叉科学群体项目(2020QNQT018)

考古化学作为考古中研究的重要方法,在国外已经有了几十年的发展,且在国外多个著名高校开设,并有成熟的配套教材,如英国剑桥大学Pollard教授编写的《Archaeological Chemistry》^[1],先后再版多次。而国内在21世纪初才开始有部分科研单位将化学方法引入到考古学中,以解决考古问题并融入到考古科研工作之中。并有部分高校面向考古专业研究生开设“科技考古”课程,如中国科学技术大学、北京大学等^[2]。“科技考古”覆盖诸多科技方法,如地理信息系统(GIS)等,其授课教师多为考古专业教师,以讲解科技方法应用为主,较少涉及仪器原理和必要的化学基础知识。目前,还没有高校专门开设面向本科生的以化学为基础的考古化学相关课程。

近几年高等学校大力发展学科交叉,通过不同学科之间的交叉融合,提高学科发展水平,服务国家重大战略需求,是高校自身发展的大势所趋。我们顺应国家培养需求,经过几年的筹备,完成了考古化学课程内容构建并撰写了教学大纲,在教学方式等方面进行探索与改革,达到了在本科生中开设考古化学的条件,于2019年开始在国内率先作为通识教育选修课面向全校本科生开课。

2 课程建设

2.1 课程概况

考古化学作为一门新型交叉学科,可以增强文科生的逻辑思维能力,拓展理科生的知识面,引导学生涉猎不同的学科领域,帮助学生提升利用自然科学方法解决考古学问题的能力。课程中我们针对考古材料的化学组成,利用化学理论和知识,结合现代仪器分析方法,以研究考古问题作为考古化学的课程目标。考古化学课程包括绪论(化学基础知识)、考古问题、考古材料、显微分析、元素分析、同位素分析、有机残留物分析和多角度分析八个理论课教学单元(表1)。期望通过讲解化学基础理论及其在考古中的应用,帮助学生从最基本的原理入手,了解仪器的表征分析方法,循序渐进地培养学生运用化学知识解决考古问题的思维方式,从而获得深层次的科学研究及解决考古问题的能力。

通过考古化学课程的学习,学生应达到以下要求:

- 1) 能正确理解、描述并辨识出基本的考古化学专有名词和基本概念。
- 2) 了解化学相关原理,以及仪器分析所适用范围、优点与局限性,并能合理应用化学基本原理分析并解决一般的考古问题。
- 3) 能基本掌握一种化学分析手段在元素和同位素、分子和化合物,或者无机物和有机物中的分析,研究并解决某一实际的考古问题。

表1 考古化学课程内容

教学单元	主要知识点
1. 绪论	考古化学研究对象和内容;物质结构、电子波谱、有机物和无机物、误差分析等基本概念;化学统计方法;有效数字运算法则等
2. 考古问题	考古文化、时间和空间、判别和鉴定、产地和来源、环境和气候、技术和功能、保护和保存、经济生活、组织形式、思想文化等
3. 考古材料	化学视觉下的考古材料:石器、陶器、骨、土壤、金属、颜料、染料等
4. 显微分析	光学显微镜、扫描电子显微镜等的工作原理及其在考古中的应用
5. 元素分析	原子光谱法、电感耦合等离子体发生光谱仪、X射线荧光光谱仪、元素分析仪、中子活化分析的工作原理及其在考古中的应用
6. 同位素分析	氧、氮、碳、锶等同位素性质;同位素比率质谱仪和碳14测年工作原理及其在考古中的应用
7. 有机残留物分析	有机残留物分析方法;气液相色谱、质谱工作原理及其在考古中的应用
8. 多角度分析	针对典型考古案例(如意大利冰人),多种仪器分析方法的综合应用
9. 考古化学实验(选修)	“气相色谱检测考古陶片中的残留物(牛奶、蜂蜜等)”“高效液相色谱法测定陶器中有机酸(葡萄酒等)”

4) 能够自学完成指定章节内容, 从中发现和提出感兴趣的问题, 通过小组讨论和专题选讲的方式进行分析, 提出独到见解。

本课程目前开设为16个学时, 每周两个学时, 分8周完成。我们还以开放实验的形式准备了实验项目, 学生可在理论课程后自由选择体验, 以加深对理论知识的理解和运用。

2.2 教学团队

根据交叉学科特点, 尤其是文理科交叉学科发展模式及人才培养模式, 我们以山东大学化学与化工学院和历史与文化学院为依托组建一支由两名教授、两名实验技术人员组成的教学团队。其中授课教师担任课程主讲教师, 负责课程理论部分的讲授; 实验技术人员任课程助教, 同时负责考古化学实验课程的建设及指导。

2.3 教学方法

山东大学考古化学课程是面向全校本科生开设的通识教育选修课程, 于春季学期开课, 采用课堂教学加实验选修方式进行。该门课程每学期选课人数在30人左右, 涉及文学院、历史学院、管理学院、化学学院等教学单位学生。课程团队充分考虑选课学生专业情况, 并结合考古化学课程内容特点(化学和考古两个领域), 制定了线上、线下混合式教学模式。首先构建网络教学平台线上分享教学资料供学生预习或复习, 在课堂上融入“以案例为基础的学习法”(Case-Based Learning, CBL), 采取以案例为基础、学生为主体、教师讲解为辅助指导的教学模式^[3]。在2020年春季学期新型冠状病毒疫情期间, 增加了微信群交流答疑环节, 加强师生交流互动, 协助学生更好地学习该门课程。整个教学方案如图1所示。

2.3.1 构建网络教学平台

考古化学借助山东大学课程中心平台^[4]构建课程网站, 线上分享教学资源(图2)。通过课程教学平台分享课程的教学课件、教学大纲、教学日历、教学讲义、教学案例和拓展资料, 同时也要求学生在线提交课后作业。在线资源的分享便于学生了解教学安排, 方便课前预习、自学和课后复习巩固, 保证教学质量。在理论课部分, 每一个教学单元包含了教学要求、基本概念(仪器原理)、教学PPT、教学视频和教学案例。其中, 教学要求帮助学生了解该教学单元学习内容及需获得的知识点和技能点; 基本概念里包含了该教学单元中所涉及到的化学相关知识及概念, 主要是针对非化学专业学生设计; 教学案例是与教学单元的内容、重要知识点和难点对应的素材, 通过重新整理编排, 使其更加连贯、易教易学。另外, 在拓展区我们提供更加丰富的教学资源, 包括与课程相关的电子资源汇总, 课程内容之外的案例、文献、公众号及其他形式的文字资料, 以拓展学生视野, 更好地学习该门课程。

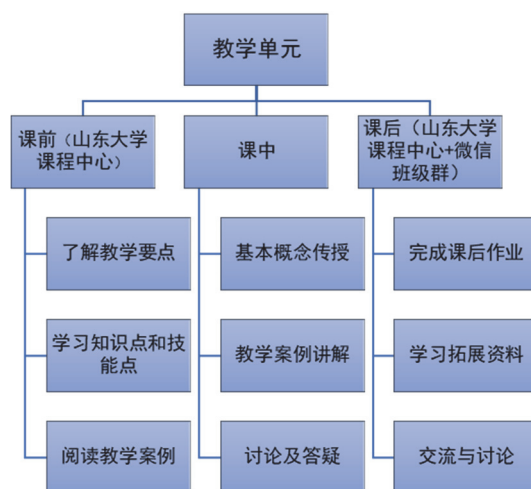


图1 考古化学课程教学方案



图2 山东大学课程中心考古化学课程理论课页面

网络教学平台在课外为学生提供更丰富的学习资料，学生既可在课前进行自主学习获得教学单元的相关知识点，通过阅读教学案例掌握技能点，也可以在课后进行针对性的复习和巩固。

2.3.2 案例分享教学模式

在课堂中引入集趣味性和知识性于一体的典型案例，可以有效激发学生的求知欲和学习的主动性，提高学生学习兴趣。通过教师对教学案例剖析和师生讨论引导学生学习考古化学知识，提高运用化学知识解决考古问题的能力。整个教学环节中，教师约四分之一学时的时间对教学环节中涉及到的知识，包括化学基本概念、仪器设备构造、检测原理等做简单讲解，之后会通过对不同的应用类别为学生分享教学案例来加深学生对仪器原理及应用的理解，每个教学单元通常会引入5-8个教学案例。

为了更好地激发学生学习兴趣，案例的讲解通常会结合学生熟知的生活常识或国内外热点话题。例如在“显微分析”的教学单元中，我们以中国典型的饮食文化作为话题，引导学生思考：面条是什么地区最早食用的？意大利、阿拉伯还是中国？之后以青海喇家遗址(我国发掘的一处大型灾难遗址)中发现的由黍粟制作的面条为起始，通过化学分析等讨论面条的制备与食用情况。

经过C14测年，喇家遗址距今4000余年。在该遗址发掘过程中发现了一只倒扣的陶碗，其下有完整的“一根”面条(图3)。这是迄今为止，人类历史上发现最早的面条。科研工作者通过光学显微镜、扫描电化学显微镜，观察经化学处理后有机残留物中的植硅体和淀粉粒，进行对比分析认为，最早的面条与现在食用面条原料不同，不是小麦粉而是由粟和黍制作而成^[7]。同时，科研工作者还选用了其他多种仪器设备，如气相色谱、红外光谱等，对此结论进行了验证支持。最后讨论如何通过研磨、蒸煮、挤压成型成为了食用的“一根”面条，并演示了结合目前西北地区普遍应用的饅烙床挤压成面条的操作。通过本案例的分享，不仅仅引导学生了解显微分析是如何分析解决考古问题的，还引导学生了解化学仪器在解决考古问题中的作用，加深了学生对中华历史文化的认识，激发了学生的民族自豪感和责任感。

通过案例分享的教学形式，可以将复杂的原理和知识，通过简单易懂的方式帮助学生消化吸收，亦可适应不同专业背景学生的需求，更好地激发学生的学习兴趣。

图3 考古现场发现的4000年前的面条^[5,6]

2.3.3 课后交流讨论

因选课学生来源于不同年级和不同专业，与考古化学课程相关的知识储备和水平不尽相同。为了更好地帮助学生加深对课程内容的理解，我们在课后增加了教学互动环节，学生可通过网络教学平台、微信群与老师进行沟通交流。微信群不仅仅方便老师为学生解答疑问，更会促进学生之间的交流与探讨。尤其在疫情在线开设课程期间，学生们课堂之上交流受限，而课后在线交流平台为学生理解课程内容有了更好的交流载体。一名学生提出问题，多名学生进行讨论，教师适时引导，最终一起寻求可能的答案，增加了学生分析问题、解决问题的能力。

2.3.4 考核评价

课程采取课程作业加研究论文的模式进行考核，其中课程作业占50%，研究论文占50%。课程作业注重评价学生对每一教学单元的化学基本知识、仪器原理及其在考古课题中应用的理解和掌握程度。研究论文要求学生扮演一名考古工作者，参照课程中的教学案例，选择某个考古课题，运用学习到的化学基本知识及仪器原理设计合理可行的研究方案，进行分析和探讨得出结论，并提交研究报告(图4)。研究报告并没有严格的答案，我们的目的是通过报告的形式检验学生对考古化学课程的理解，以及该课程给学生可能带来的思维影响。

表1 研究背景及意义^[4]

填写参考提示：字数不限，页数不限（此为主要内容） ^[4]
1. 课题研究意义（针对某个考古主题叙述）； ^[4]
2. 总结国内（外）研究现状（理清别人的研究思路，总结各个优缺点，为“我”要解决的问题找方向）。 ^[4]

表2. 研究思路和研究方法^[4]

填写参考提示：字数不限、页数不限 ^[4]
本课题研究的总体思路、研究方法、解决的关键问题（就是打算如何解决，问题，“我”准备怎么做，包括研究方法等，） ^[4]

表3. 研究总结^[4]

填写参考提示： ^[4]
1. 该课题的研究特色、创新点（“我”采取方法的特色，比别人好的地方，总结两条即可）； ^[4]
2. 对未来发展影响（预计“我”的研究的结果及影响，总结几条即可） ^[4]

表4. 主要参考文献，及内容简介^[4]

填写参考提示：字数不限，形式不限，页数不限 ^[4]
包括文献题目、作者（单位）、摘要等；外文文献至少一篇（或者至少两个英文网站）、中文文献至少两篇（也或微信公众号等网络平台）。《围绕课题“我”所查阅的文献，进行简单叙述》 ^[4]

图4 考古化学研究报告内容

3 课程反馈及改进

为了更好地促进教学改革,课程结束后,我们通过微信小程序采用匿名方式对学生进行了问卷调查。2020年春季教学问卷调查内容总共包含8个单选和2个问答内容。本学期选课学生24人,有效问卷率百分之百。单选调查统计分析见表2,从中我们可以看出,选择该门课程的学生对考古化学都有着浓厚的兴趣,且认为该门课程教学案例的质量和比重均比较符合学生需求。

表2 考古化学问卷调查单选结果统计

调查内容	结果统计
对考古化学是否感兴趣	是(100%); 否(0%)
是否可正常观看课程中心的在线资源	是(100%); 否(0%)
腾讯会议是否流畅	是(100%); 否(0%)
教学效果是否满意	满意(91.7%); 基本满意(8.3%); 不太满意(0%); 不满意(0%)
教学案例的分享是否有效帮助你对该门课程的理解	有很大帮助(95.8%); 有一定帮助(4.2%); 基本无帮助(0%)
你认为案例教学所占的课堂比重是否合适	很合适(95.8%); 时间过长,影响进一步学习(4.2%); 时间过短,缺少充分思考的时间(0%); 无所谓(0%)
你认为目前该门课程在教学中提供的教学案例质量如何	很好(95.8%); 较好(4.2%); 一般(0%); 较差(0%)
通过案例教学,对你今后分析解决考古问题是否有帮助	帮助较大(91.7%); 有一点帮助(4.2%); 基本没帮助(0%); 其他(4.2%)

为了从更多的角度了解学生对课程授课内容及形式的接受程度,我们对学生认为的课程难点及对该门课程的期望进行了调研。课程难点的反馈以非化学专业学生为主,尤其是文科生,他们高中学习的化学知识较为基础,对于课堂上专业性较强的知识难以消化,比如仪器方法的工作原理、化学原理、元素性质等,尤其是2020年春季学期所采取的线上授课形式的限制,无法到实验室参观仪器设备和进行简单的实验训练,导致有些知识环节只能凭借想象学习。虽然教学案例中列举了多种仪器方法,但是依然无法较为透彻地掌握。因此,学生希望在课堂之外可以更多地科普一些化学基础知识,对专业性、深入性的化学知识和专有名词有更详细的解释。针对学生的意见和建议,我们将通过以下形式进行改进和完善:

1) 完善在线课程网站中每一教学单元中的“基本概念”部分。对本章节涉及到的基本概念、化学原理、元素基本性质和专有名词用通俗易懂的文字、直观的动画或者图片形式展示,便于化学知识较为薄弱的学生学习。

2) 完善在线课程网站中实验课部分。完善课程中涉及到的仪器设备工作原理部分,并增加仪器设备操作教学视频或者相关虚拟仿真实验项目。

3) 增加选修实验内容。学生可通过预约进入实验室进行一些简单实验操作。目前,我们已经通过多次探索优化实验条件,具备了开设与考古相关的“气相色谱检测考古陶片中的残留物”^[7]和“高效液相色谱法测定陶器中的有机酸”两个实验的条件,我们将在此基础上,依据课程内容开发更多的实验供学生选择,以配合理论课程的学习。

4 成效及特色

考古化学的选课学生都对考古化学有着浓厚的学习兴趣,学习的积极性、主动性较高。学生表示,从课程的学习中领略到了化学对考古研究的重要意义,了解到了学科交叉对社会和科学发展的重要性,对自己的专业学习目标有了更深层次的认识。有的学生认为通过老师案例的讲解,对很多化学原理有了不同的认识和体会,更从不同角度见识了中国悠久灿烂的历史文化;有的学生还提出意见希望可以增加该门课程的课时,更多地接触考古化学方面的知识;还有的学生表示希望教学团队的教师可以作为导师参与其大学生创新创业训练以获得更深层次的指导。

2019年化学与化工学院和历史与文化学院的几名学生在通过考古化学课程的学习之后,将其运用到社会实践活动中,提出了气相色谱检测考古陶片残留物的实验思路。经过教师的指导和完善,该实验项目获得第一届全国大学生化学实验创新设计竞赛二等奖。

5 结语

山东大学的考古化学课程是国内首门面向本科生开设的以交叉学科为背景的课程,获得了学生的认可,并取得了良好的教学效果。课程团队依据考古化学课程自身特点,借助山东大学课程中心教学平台构建课程网站线上分享教学资源,课堂上采取案例教学法,首先进行知识讲解,之后以案例为向导,引导学生理解并掌握化学知识解决考古问题的方式方法,达到知识学习的目的。通过微信群与学生保持密切沟通交流,协助学生的知识学习,调动学生学习的积极主动性。通过课程匿名调研,充分听取学生对课程教学的意见建议,及时总结改进,不断提升教学效果,也为后续考古化学的教学提供了新的教学思路。

参 考 文 献

- [1] Gillard, R. D.; Pollard, A. M.; Heron, C. *Archaeological Chemistry*. Royal Society of Chemistry: Cambridge, United Kingdom, 2008; pp. 1–456.
- [2] 陈彪. 广西民族大学学报(自然科学版), **2012**, 18 (1), 103.
- [3] 李肃, 陈振文, 张朝霞, 徐义荣, 王登妮, 柴菲, 张汛, 张玉辉. 中国继续医学教育, **2020**, 12 (8), 52.
- [4] 山东大学课程中心平台. [2019-12-01]. <http://course.sdu.edu.cn/>
- [5] Lu, H.; Yang, X.; Ye, M.; Liu, K. B.; Liu, T. S. *Nature* **2005**, 437 (7061), 967.
- [6] Lü, H. Y.; Li, Y.; Zhang, J. P.; Yang, X. Y.; Ye, M. L.; Li, Q.; Wang, C.; Wu, N. Q.; Wu, N. Q. *Chin. Sci. Bull.* **2014**, 59 (3), 5136.
- [7] 刘刚, 孙一鸣, 李思琦, 于少芬, 宋其圣, 苑世领, 王芬, 马莹. 大学化学, **2020**, 35 (6), 63.