

工科特色普通化学课程的多元一体化教学探索

温 鸣* 吴庆生

(同济大学化学科学与工程学院, 上海 200092)

摘要: 基于卓越工程师的人才培养要求, 提出了工科特色普通化学课程的多元一体化教学新模式。这一教学模式是将同济大学普通化学国家资源共享课与基于 MOOC/SPOC 等在线课程的学生自主学习与教师主导的课堂讨论以及相关前沿科学拓展相结合, 提高了大学生的化学素质修养, 开阔了学生认识科技前沿的眼界, 培养了学生融会贯通地分析问题的能力。

关键词: 普通化学; 多元一体化教学; 国家资源共享课; MOOC; SPOC

中图分类号: G642.0; O6

Multicourse Integration Teaching for General Chemistry with Engineering Characteristics

WEN Ming* WU Qing-Sheng

(School of Chemistry Science and Engineering, Tongji University, Shanghai 200092, P. R. China)

Abstract: For the requirement of excellent engineers, we put forward the new multicourse integration teaching model. With this new model, students carried out their self-learning from online course of national resources sharing class of general chemistry of Tongji University and MOOC/SPOC, followed by the class discussion to further explore the relative professional scientific knowledge. The performance of this teaching model can improve students' chemical quality, broaden their field of science and technology, and train their analysis ability.

Key Words: General chemistry; Multicourse integration teaching; National resources sharing class; MOOC; SPOC

作为大学公共基础课程, 普通化学在培养复合型高素质人才方面发挥着其他课程不可替代的作用。目前人类面临的诸如全球变暖、环境污染和生物多样性的丧失等棘手问题都与化学有着千丝万缕的联系, 只有通过发展多学科的交叉合作才能够得到解决。故使学生树立全面的化学观点, 初步具备分析解决与化学相关问题的能力, 是普通化学课程的任务之一。如何利用化学教学所具有的特点培养具有一定创新能力的高素质人才, 尤其是同济大学“卓越工程师计划”所要求的创新型人才; 如何调动学生的学习积极性, 处理好较少的课时和繁多的内容之间的矛盾, 依旧是普通化学教学中一项艰巨而又繁重的任务。

近年来, 一类不同于传统校园型课堂教学的教育新模式——以 MOOC 和 SPOC 为代表的在线课堂得到了快速发展, 但这一新模式在成长过程中也面临着诸多现实困境。我们在这里提出了具有工科特色普通化学课程的多元一体化教学新模式, 借助同济大学工科特色的普通化学国家资源共享课和国际

*通讯作者, Email: m_wen@tongji.edu.cn

MOOC/SPOC等互联网平台的普通化学相关课程,通过教师主导课堂中融会贯通的讨论分析和对知识体系的梳理归纳,以及课后深入交流和作业环节对知识点的巩固,达到提高课程教学质量的目的。

1 MOOC/SPOC与资源共享课在线课程平台

MOOC (Massive Open Online Course), 中文称为大规模在线开放课程。源自传统的课程开放模式,支持大规模人群的参与,主要是通过主讲教师负责的授课视频、作业练习、讨论模式、互动方式等网络化交织的教学及学习过程。自2012年开始,美国的斯坦福大学、加州大学、密歇根大学、普林斯顿大学,中国的复旦大学、上海交通大学、北京大学和清华大学都先后开展了大规模的MOOC网络开放课程^[1-3]。MOOC的大规模应用,拓宽了优质教育的受众面的同时,也为大学生自主学习多元化课程提供了足够的空间。另外,MOOC也打破了传统的学科边界,淡化了专业观念,与社会发展对复合型人才的需要不谋而合。但是,随着MOOC课程数量和学生数量的急剧膨胀,它的弊端也逐渐暴露出来。2013-2014年的数据表明,MOOC注册率虽高,完成率却低^[4-8];并且教学仍局限于传统的课堂教学,学生的学习仍是基于以前的认知学习方式,不能主动地构建自己的知识体系,难以完全实现个性化学习^[9-12];而且MOOC平台上的课程内容多限于学科基础,缺乏前沿学科学术成果的介绍;此外,MOOC还存在学习体验缺乏、学习效果难以评估、学习结果无法认证以及开发运营成本高等问题^[13-15]。鉴于此,哈佛大学等诸多名校开始了另外一种小规模开放的在线教学模式:SPOC。

SPOC (Small Private Online Course), 是一种小规模限制性在线课程。其small和private是相对于MOOC中的massive和open而言,对学生设置限制性准入条件^[16]。SPOC是基于MOOC暴露出的问题而做出的延伸与补充,有效地克服了MOOC没有先修条件限制和没有师生互动等因素造成的注册率高而通过率低的问题。对于在校和非在校学生,SPOC采取不同的教学模式。对于在校生,首先是学生通过在线交流平台获取网上学习资料,同时交流解决一些简单的问题;其次是教师参与学生的课堂讨论环节,讨论学习中遇到的问题;最后,教师根据学生的学习情况,组织新的教学内容。对于非在校学生,有人数规模的控制,要求学生具备一定的前期学习基础和经验,同时还要求保证学习时间和学习强度。SPOC会组织小规模学生参与课程的学习、讨论和完成作业,给通过考试的学生颁发证书。同时,这些限制条件并不影响课程的大规模共享,非网络课堂的学习者仍然可以观看教学视频,完成自主学习。只是不能参与作业的批改、在线交流讨论,也不会被授予任何形式的证书。SPOC在MOOC的基础上,使学习者都能获得优质学习资源,小规模限制性措施使教师专注指导一定数量的学生,获得较好的教学效果,以确保开放在线课程在一定程度上取得预期目标。

国家资源共享课是中国在上述大规模在线教育大潮之下,推出的在线课程平台。以量大面广的高校公共基础课、专业基础课和专业核心课为重点,为高校师生和社会学习者提供包含课程全程教学录像、课程介绍、教学大纲、教学日历、教案或演示文稿、重点难点指导、作业、参考资料目录等教与学活动必需的核心资源,并构建了适合在校学生及社会学习者进行在线学习和交流的网络学习环境。中国各大学先后在爱课网平台上展示各具特色的优质国家资源共享课,使个性化的学习成为可能,也使得中国不同人群可以共享优质教育资源。

然而,网络平台课程还是无法突破传统的教学模式,其发展也面临各种各样的问题。因此,这些在线平台课程对传统的课堂教学影响很有限,但它们能对课堂教学有很好的辅助与促进作用^[17]。分析目前在线和传统课堂教学的特点,我们在已有的普通化学教学基础上^[18-20],采用在线学习与课堂学习互补的模式,为工科特色的同济大学学生创造合适的学习环境,提高他们的科学素养,拓宽他们的眼界,以达到更好的人才培养效果。

2 工科特色多元一体化教学新模式

通过同济大学工科特色的在线课程自主学习和课堂讨论及课后巩固环节的教学实施过程，形成了具有工科特色的普通化学课程多元一体化教学新模式，这一模式利于因材施教，也利于提高课程教学质量。基于同济大学卓越工程师的人才培养目标，我们的普通化学课程结合了同济大学土建和汽车以及环境等工科特色。在这一融合课堂教学与在线学习的教学新模式中，首先是在爱课网的在线平台上，学生先对同济大学工科特色的普通化学国家资源共享课进行相关基础内容的自主学习，对于要求更高的学生辅助以MOOC和SPOC国际在线平台相关知识点进行深入自主探究，使基础水平不同的学生都能获得满足；然后是课内教师主导的讨论环节，学生对知识体系开展融会贯通的讨论和分析后，教师进行系统的归纳总结；最后是作业与深入交流的巩固教学环节。具体实施方案如表1所示。

表1 多元一体化教学改革实施方案

项目	内容
师资配置	主讲教师1名，助理教师1名，研究生助教若干
大班分组	根据班级大小随机将其分成若干小组
学习资源配置	普通化学及其相关的精品资源共享课、MOOC、SPOC等网络课程资源；配套的教材及其参考书等
学习方式	(1) 课前布置教学内容让学生通过在线网络和纸质资源进行自主学习 (2) 课堂上在教师或助教的主持下进行小组讨论；时间过半后进行大班讨论，与此同时助教将各小组的情况书面反馈给主讲教师；2/3时间过后主讲教师进行系统归纳与总结
考核方式	(1) 考勤 (2) 作业 (3) 课后自学状况 (4) 讨论发言状况 (5) 期中考试成绩 (6) 期末考试成绩
总结	根据讨论和提问环节所反映出的积极性和分析能力，以及成绩等方面的统计比较进行总结分析

在同济大学普通化学多元一体化教学新模式实施中，基本流程是：首先，教师选择相关的同济大学普通化学国家资源共享课的视频材料和教学参考书相关内容布置给学生自主学习；然后在课堂上进行教师或助教主持的小组讨论，即通过课堂教学中学生提出问题，教师引导对问题的讨论与分析，以促进学生对知识的吸收；最后是主讲教师进行总结，并开展课后作业的深入交流。总体上，教师可以根据学生的需求，自由设置和调控课程的进度、节奏和评分系统。

2.1 线上课程的自主学习

在课前准备阶段，学生摄入新知识的过程是以爱课网平台上同济工科特色的普通化学国家资源共享课为主来完成的。由于学生自身素质的差异，基础好的学生有更高层次的要求。教师通过对单元教学目标进行分析，根据学习者的特点，选择与教学内容相符的MOOC及SPOC在线开放课程，辅助优秀学生对相关知识点进行深入自主探究，从而使基础水平不同的学生都能获得满足。学生通过互联网，按教师的要求进行自主学习，并以教学参考书来帮助这一学习过程，思考讨论问题，整理并记录下来，带到传统大学课堂上，为课上讨论环节做好准备。在这一环节中，可以利用现有发达的网络社交软件如手机微信群或QQ群，教师与学生之间，以及同学之间可以互动交流，分享学习心得，以便更好地理解所学知识。让学生感受到通过互联网去使用优质的教育资源，不再单纯地依赖授课教师去教授知识。

2.2 线下课堂教师主导的讨论交流与归纳总结

改变传统的灌输式教学模式，同济工科特色的普通化学国家资源共享课与MOOC/SPOC等的融入让学生不再是被动地接受知识，将核心移动到“学”，学生具有较多主动权和较强的话语权，学生成为学习的主体，教师起主导作用，通过检查自学任务的完成情况来执行课堂教学。教师可以针对本堂课的教学目标、教学重点难点以及学生课前自主学习中提出的问题补充背景知识，然后分组进行小组讨论。小组讨论中，基础好的优秀学生带动其他学生的积极思考与提问，通过教师主导的讨论环节，主动思考所提出的难点及重点问题。最后，主讲教师对讨论问题进行汇总归纳，并进行梳理和总结，完成既定教学任务。由于同济大学的土建道交、能源汽车、海洋钻井、环境生态、生命医药等工科专业都与化学有着紧密的联系，化学思想对这些专业的学生全面认识问题会有很大帮助。我们就在讨论和归纳总结完成的同时拓展相关的前沿科学领域介绍，开阔了学生的视野，从而形成线上和线下的课堂内外工科特色的多元化一体教学模式。这种通过讨论形式开展的学习活动体现了学生学习的主体地位，利于培养学生的沟通能力和学生自主、合作、探究学习的能力。通过分组设计探究方案，开拓学生的创新性思维和批判性思维，培养学生逻辑思维、科学探究的基本思路及方法。每个学生在师生和同学之间不断的交流碰撞中逐步完成个体知识吸收过程。在这一环节中，课堂和教师的角色发生了变化，教师更多的责任是去理解学生的问题、组织学生讨论问题和引导学生运用知识分析问题和解决问题，从而提高学生自我管理课程学习、自主学习、主动学习思考发现问题的能力。

2.3 课后教学效果检查

经过课外的线上自主学习、课内的讨论和归纳梳理以及对相关前沿领域了解的过程，学生对于课堂上的学习内容有了一定的了解和领悟。为了巩固学习内容并检查学习的效果，课后作业不可缺少，学生通过做作业的过程将学到的知识进行应用；同时，借助微信平台可以进行深入讨论和交流，这时鼓励学生多参与讨论，形成良好的讨论氛围，这也让教师能对学生的学习效果有所了解；并且，在后续的课程中穿插对作业问题的评讲与讨论，加深对知识点的认识。整个多元一体化教学过程中的每个环节均通过一定的考核手段对学生的学习情况进行跟踪评价，评价反馈也更能综合认识不同学生的素质和学习能力，并根据不同学生的个体情况实施有针对性的讨论训练，达到提高整体教学效果的目的。

我们以“物质结构”这一章的教学为例，因为这章的内容尤其是“原子核外电子的运动状态”比较抽象难懂，学生通过线上自主学习，锻炼了自学能力的同时，学会如何科学地提出问题；进而通过课堂讨论环节学会分析问题，在教师的归纳总结中学会理清思路，提炼出本质。在自学和讨论学习中，学生对探索物质组成的最小结构单元有了深入认识，对电子运动状态有更全面和科学的认识。同时，对科学家对科学问题的认识与提出有一个了解的过程，认识到科学问题的探究是一个不断摒弃有局限性的理论、发展新的较全面的理论模型的过程，这对提高工科学生化学科学素养有重要的作用；最后的课后作业与深入交流能让学生巩固所学的知识，并发挥了学生解答问题的积极性，活跃了学习气氛，提升了学习兴趣和动力。教学改革新模式的实施效果如表2所示。从网络平台上了解的情况，有10%的学生还有问题，因为有思考和课后再互动交流的深入讨论，还有加深理解的过程，达到了更好的教学效果，只有5%的人对关键问题理解还不够透彻，有的概念还很模糊。由于同济大学的普通化学期末考试都是全校统一出卷的试题，作为横向比较的平行班中实施教改与未实施教改的班级进行对比，成绩比较结果说明，改革班的不及格率明显下降，试卷成绩的优良率有所提高。

3 结 语

虽然在线自主学习能够很好地实施相关教育目标，但并不能完全代替传统的课堂教学，更无法取代学校教育。充分利用现代教育手段，我们将优质的同济大学工科特色的普通化学国家资源共享课与MOOC/SPOC等线上平台的课程资源以及课堂讨论和前沿知识拓展等教学形式结合起来，创建了工科

表2 多元一体化教学改革效果对比*

项目	学生学习效果	
	未实施多元一体化教学班级	实施多元一体化教学班级
状态比较	预习的学生比较少	课堂讨论环节前的自主学习阶段，学生学习积极性提高，并有学生主动交流
能力比较	课堂上与老师的互动不活跃，能力培养效果不明显	自学能力提高，分析问题能力有所提高
素质比较	对普通化学学习兴趣不同的学生，素质提高程度有差异	以化学为代表的科学素质普遍提升
学习效果	通过网络平台数据分析，20%的学生反映因授课时间有限，理解不透彻	网络平台数据分析表明，学生通过自主学习和课堂讨论环节，有10%的学生对关键点还有疑问，再通过课后作业和深入交流的加深理解过程，达到了较好的效果，只有5%的学生还对关键问题理解不透彻
成绩比较	对比改革班，不及格率偏高	对比非改革班，不及格率明显降低，优良率有所提高

*以“物质结构中微观粒子的运动特征与原子结构”为典型事例

特色的多元一体化课程教学新模式，这一教学策略使学习成为学生自主控制的探索活动，培养了学生自主学习和终身学习的能力，教授了学生融会贯通分析问题和归纳总结的方法；有效地提高了普通化学课程的教学效果，促进了同济大学复合型人才的培养。

参 考 文 献

- [1] Jordan, R. R. *English for Academic Purposes: A Guide and Resource Book for Teachers*; Cambridge University Press: Cambridge, 1997.
- [2] Bergmann, J.; Sams, A. *Flipping the Classroom*; Tech & Learning: San Bruno, 2012.
- [3] 陈 睿. 高教学刊, **2016**, No. 10, 120.
- [4] Todd, T. *The Dirty Little Secret of Online Learning: Students Are Bored and Dropping Out*. [2013-03-21]. <http://qz.com/65408/the-dirty-little-secret-of-online-learning-students-are-bored-and-dropping-out/>.
- [5] Ho, A. D.; Reich, J.; Nesterko, S. O.; Seaton, D. T.; Mullaney, T.; Waldo, J.; Chuang, I. *HarvardX and MITx: The First Year of Open Online Courses*. Fall 2012 Summer 2013 (SSRN Scholarly Paper No. ID 2381263). Rochester, NY: Social Science Research Network. [2014-01-21]. <http://papers.ssrn.com/abstract=2381263>.
- [6] Hill, P. *Combining MOOC Student Patterns Graphic with Stanford Analysis*. [2013-10-01]. <http://mfeldstein.com/combining-mooc-student-patterns-graphic-stanford-analysis/>.
- [7] 邓 晖. “面对MOOC, 中国大学一要大胆, 二要创新”专访edX主席阿南特·阿加瓦尔教授. 光明日报, 2013-10-11.
- [8] 冲击传统教育: 慕课的“锐”与“钝”. 中国科学报, 2013-11-07.
- [9] Bates, T. *What's Right and What's Wrong about Coursera-Style MOOCs?* [2012-09-20]. <http://www.tonybates.ca/2012/08/05/whats-right-and-whats-wrong-about-coursera-style-moocs/>.
- [10] Butin, D. W. *What MIT Should Have Done Elearn magazine*. [2013-08-07]. <https://elearnmag.acm.org/archive.cfm?aid=2263018>.
- [11] Glance, D.; Forsey, M.; Riley, M. *First Monday* **2013**, 18, 5.
- [12] 胡德维. 基础教育参考, **2006**, No. 10, 28.
- [13] Carr, N. *The Crisis in Higher Education*. [2012-09-27]. <http://www.technologyreview.com/featured-story/429376/the-crisis-in-higher-education/>.
- [14] Batholet, J. *Students Say Online Courses Enrich On-Campus Learning*. [2013-07-17]. <http://www.scientificamerican.com/article/students-say-online-courses-enrich-on-campus-learning/>.
- [15] Balfour, S. P. *Research & Practice in Assessment* **2013**, 8 (1), 40.
- [16] Fox, A.; Patterson, D. A.; Ilson, R.; et al. *Software Engineering Curriculum Technology Transfer: Lessons Learned from MOOCs and SPOCs*; UC Berkeley Technical Report, 2014.
- [17] 徐英瑾. 网络大学会取代传统大学吗? 新闻晚报, 2013-10-21.
- [18] 温 鸣, 吴庆生, 陈 云. 大学化学, **2013**, 28 (5), 19.
- [19] 温 鸣, 吴庆生, 姚天明. 大学化学, **2009**, 24 (5), 14.
- [20] 温 鸣, 吴介达. 同济教育研究, **2005**, No.1, 69.