师范专业桥梁型“普通化学”课程的构建与实施

历晶, 刘春明*

长春师范大学化学学院, 长春 130032

摘要: 针对化学专业师范生知识重整能力欠缺的问题, 面向大学三年级学生开设了普通化学(General Chemistry)双语课程。遵循专业知识与专业英语融合的目标定位, 发挥其作为专业学习与中学从教能力间的“桥梁课程”作用, 以学科核心概念为引领进行了内容重构, 并采用线上线下协同互动的教学模式, 构建了促进学习为导向的全程化、多元评价体系, 提升了学生的化学学科核心素养和学科知识运用的综合能力。

关键词: 普通化学课程; 双语课; 师范生; 课程建设

中图分类号: G64; O6

Construction and Implementation of the Bilingual “General Chemistry” as Bridge Course in Normal University

Jing Li, Chunming Liu *

College of Chemistry, Changchun Normal University, Changchun 130032, China.

Abstract: Aiming at the problem of the lack of knowledge reorganization ability of chemistry teachers, a bilingual course of General Chemistry is offered to chemistry normal students at Changchun Normal University. Following the goal of integrating professional knowledge and professional English, this course is set as a “bridge course” between professional learning and middle school teaching ability. Under the guidance of the core concepts of the subject, the course contents are reconstructed. Based on an online and offline collaborative and interactive teaching model, a learning-oriented full-process evaluation system is constructed. Students’ core literacy and comprehensive ability in the application of subject knowledge have been improved.

Key Words: General chemistry course; Bilingual course; Normal students; Course construction

在传统的大学课程体系中, 普通化学课程通常是面向理工类院系非化学专业学生开设的公共基础课程, 或者是面向环境、生物等近化学类专业大一学生开设的专业基础课程, 一般很少在师范类专业中开设。事实上, 普通化学课程是从化学一级学科的层面选取教学内容, 能帮助学习者构建学科知识框架, 提升其综合理解力^[1]。在核心素养为本的基础教育课程改革背景下, 师范生的培养应更加重视化学学科核心素养和学科综合能力的培养, 我们意识到, 从提升师范生未来从业能力的角度考虑, 面向大三师范生开设具有重整课程(Capstone Course)性质的普通化学课程具有重要意义。因此, 我校从2019年开始面向大三师范生开设普通化学(General Chemistry)课程, 并结合我校双语师资培养的需求建设了双语课程, 从课程目标定位、课程内容组织、教学实施方式、学习评价设计等多个方面大胆创新, 课程建设取得一定成效。

收稿: 2021-03-31; 录用: 2021-06-18; 网络发表: 2021-07-05

*通讯作者, Email: ccsf777@163.com

基金资助: 吉林省高等教育教学改革研究项目; 全国教育科学规划教育部重点课题(DHA180351)

1 师范生需求引导下的课程定位重塑

在师范生培养过程中我们发现, 尽管学生已经学习了一系列化学二级学科专业课程, 但到大四实习以及毕业工作时, 很多师范生仍然存在专业知识浅、散、窄, 知识输出能力弱的问题, 难以驾驭中学化学教学。分析原因, 一方面是专业课程学习投入不足, 另一方面是在二级学科专深式学习的模式下, 学生更关注知识的结果, 而很少经历知识的生成过程, 虽然结论性知识的数量不断扩充, 但很少思考知识之间的关系, 不能从一级学科层面系统理解知识并形成结构化的知识。因此, 开设普通化学课程, 从一级学科层面上推动学生完成知识的系统化, 对拓宽学生的学科视野、增强驾驭中学教学的能力至关重要。为此, 我们把普通化学课程明确定位为大学专业学习与中学从教能力转换的“桥梁课程”。

同时, 随着国内基础教育国际化水平的提升, 中小学阶段的国际课程、学科双语课程的开设数量逐年增加, 能用英汉双语开展数学、科学等学科教学的双语教师成为新型的师资需求。为回应社会需求, 化学专业采用大专业+双语教育微方向的模式, 培养国际化英汉双语化学师资。为此, 本课程遵循专业知识与专业英语融合的目标定位, 采用更符合地方师范院校学生认知特点的文本沉浸、语言渗透式的双语教学模式, 帮助师范生掌握化学学科的国际化语言体系, 开阔师范生的国际视野, 为将来从事国际课程的教学和双语教学工作奠定基础。

2 学科核心概念引导下的内容重构

围绕桥梁课程的目标定位, 本课程在内容选择上充分考虑与中学化学课程的衔接和内容的整合性, 选择具有较强迁移价值和统摄能力的化学概念作为基点, 并运用学科核心概念统整知识体系, 重构课程内容。

2.1 学科核心概念的凝练

学科核心概念(Core Ideas)也称学科大概念, 是指处于学科中心地位, 具有较为广泛的适用性和解释力的概念原理。核心概念是学科结构的骨架和主干, 能为学生新知识的获取提供组织结构。我国《普通高中化学课程标准(2017年版)》提出重视以学科大概念为核心, 使课程内容结构化的理念^[2]。美国《下一代科学教育标准》也强调科学课程要围绕一系列有限的大概念来组织展开, 给学生足够的机会和时间去理解和实践, 以帮助学生建立对科学更为深入、连贯、系统的知识结构, 并提出了与化学学科相关的3个跨学科核心概念“物质及相互作用”“运动与稳定性”“能量”^[3]。可见, 以学科核心概念统整课程内容是当今世界课程改革创新理念和发展趋势。

在大学化学课程层面, 美国大学理事会开发的大学先修课程(Advanced Placement Course, 以下简称AP)也提出基于大概念和科学实践统整课程内容的理念, 其中AP化学课程中提出了4个学科核心概念; 美国化学会(ACS)考试中心针对美国高校开设的“普通化学”课程的考核, 提出了学生应掌握的8大核心概念; 美国密歇根州立大学(Michigan State University, 以下简称MSU)的General Chemistry实施的“核心概念统整课程和学生评价”项目也颇具影响力, 其中提出了4个化学核心概念。归纳比较以上三类课程中的化学核心概念可以发现, 尽管在表述上略有差别, 但统整学科知识的核心概念都可归结为4个学科核心概念: 微观结构与性质(Electrostatic and Bonding Interactions)、微粒间的相互作用(Atomic/Molecular Structure and Properties)、能量与热化学(Energy and Thermodynamics)、化学系统的变化与稳定性(Change and Stability in Chemical Systems)。详见表1。

2.2 以学科核心概念统整课程内容

围绕上述4个核心概念, 我们选取了与我国中学化学课程联系紧密的164个具体化学概念作为本课程的基本内容, 按照化学学科的内在逻辑进行重组和内容扩充, 形成化学计量关系、原子结构与化学周期律、化学键与分子结构、能量/热化学、化学反应动力学、化学平衡、氧化还原与电化学、有机物的特征反应等八大主题概念, 每一个主题下的内容都从不同侧面、不同程度上诠释了4个核心概念的深广度。以“化学键与分子结构”主题内容为例, 34个关于化学键、分子间作用力的基本概念构成主题下的知识框架, 这些具体知识都反映了4个核心概念中的前3个, 阐释见表2。

表1 “普通化学”课程中学科核心概念的建构

AP化学课程中的核心概念 ^[4]	ACS对普通化学课程的要求 ^[4]	MSU的普通化学课程核心概念 ^[5]	“普通化学”核心概念的建构
1. 物质构成	1. 原子	1. 原子/分子结构与性质	概念1—微观结构与性质：原子结构、分子结构与物质的性质
2. 结构与性质	2. 结构与功能		
3. 化学键和分子间作用力	3. 键 4. 分子间相互作用	2. 静电与键的相互作用	概念2—微粒间的相互作用：静电作用、键的作用
4. 化学热力学	5. 能量与热化学	3. 能量	概念3—能量与热化学：宏观层面的能量，分子原子层面的能量，量子能级
5. 化学反应速率	6. 反应动力学 7. 平衡	4. 化学系统的变化与稳定性	概念4—化学系统的变化与稳定性：能量变化、熵变、反应速率的共同作用，决定了化学系统变化的方向、限度
6. 化学反应	8. 化学反应		

表2 主题下的内容与学科核心概念的关系

主题	主题下的学科基本概念	反映的学科核心概念
化学键与 分子结构 (Chemical Bonding and Structure)	1. metallic bonding Lattice, delocalized electron, homogeneous mixture 2. ionic bonding Electronegativity, giant lattice structure 3. covalent bonding Lewis structure, resonance structure, formal charge, delocalization, coordination covalent bond, single bond, double bond, triple bond, hybridization, electron domain, bond length, bond strength, bond angle, VSEPR, valence electrons, lone pairs, bonding pairs, covalent molecular compounds, giant covalent compounds 4. intermolecular force, London force, induced dipoles, dipole-dipole force, hydrogen bond, non-polar molecules, polar molecules, dipole moment	概念1—微观结构与性质：分子的三维结构、电子密度的分布、微粒间非共价作用的性质和程度决定了物质的物理性质和化学性质 概念2—微粒间的相互作用：静电引力和斥力支配着原子与分子间的非共价作用和键合作用，其强度取决于所涉及电荷的大小与电荷间距离 概念3—能量与热化学：原子、分子间的相互作用形成动能和势能，当这些微粒间成键或相互吸引时，就会向环境释放能量，反之，则从环境吸收能量 概念4—化学系统的变化与稳定性：无反映

重构的普通化学课程内容体系如图1所示。用核心概念统整后，将繁冗的知识整合成4个核心概念，不仅精简了学生的学习内容，而且深入、系统地呈现了化学学科知识。这样的内容重构，一方面与中学化学知识紧密联系，保证了知识学习的广度，同时还有助于师范生形成结构化的知识体系，促进知识学习的深度，发挥了本课程作为连接化学专业学习与中学化学教学间的桥梁课程的作用。由于全新的课程内容框架没有完全对应的教材，教学团队引用大连理工大学的国家精品在线课程——普通化学课程，在重整后的课程内容框架下，重新选择和组织符合本课程内容框架的线上资源，创建了本课程专属的异步SPOC线上中文课程。同时，我们参考国际上2类大学先修课程的教材——国际文凭组织的International Baccalaureate Diploma Programme (简称为IBDP)化学课程、AP化学课程，编写了本课程的英文讲义，保证学生的线上、线下学习都有学材可用。

3 实施立体化教学，促进学生全面学习

在课程的实施方面，我们借助国家精品课程资源建设了本课程专属的异步SPOC课，采用线上线

图1 普通化学课程的教学内容结构框架

下融合互动的立体化教学模式。整体教学过程包括三个环节，课前进行线上课程内容的自学，课中进行双语内容的深度学习，课后利用线上平台开展巩固拓展。三个不同阶段的学习，在学习目标、学习内容、学习方式和评价方式上各有侧重，为学生搭建三维立体的学习环境，促进全面学习。其中，课前的线上课程以自学、选学的方式，学习目标侧重掌握结果性的学科知识，学习评价侧重监控学生的自学情况；课堂教学，采用导学、参与学习的方式，通过选择过程性知识的教学内容促进学生的学科理解，侧重考核学生课堂学习活动的参与和完成质量；发挥在线学习平台的作用，将课堂学习延伸至课后，课后平台强化学科术语的巩固和运用，通过作业、任务、测验等线上任务的发布，以考促学，督促学生进行知识输出和结构化梳理。

4 实施多元评价，促进学生投入学习

以往该课程的评价手段是传统纸笔测验为主的考试，评价以教师为中心，以评定学生成绩为主要目的。这种考试主导下的评价，会引导学生更加倾向记忆学习，忽视学习过程和学习投入，同时削弱课程对学生高级思维技能的培养。针对已有考核存在的问题，我们借鉴国际先进的评价理念，重构课程评价体系，促进学生的全面学习投入。

4.1 学习导向的评价体系

学习导向评价的核心原则是通过全程化的评价跟踪，结果性与过程性评价结合，质化与量化评价互补，全面发挥评价促进学生学习、促进教学改进的作用，要让“考核”能促进学生的学习而不只是甄别学生的学业成绩。在新的评价理念引导下，我们构建了本课程多元、立体化的考核评价体系(图2)，实现学生评价改革与课堂教学改革的有机结合。

根据该评价体系，普通化学课程考核包括过程性评价和终结性评价两种形式。终结性评价仍是纸笔测验为主的考试，考核学生对专业术语(英语)的掌握、学科理解和知识应用能力。过程性评价主要是伴随于课堂教学过程，结合线上线下协同互动的教学模式，设计多样化的评价任务，考核学生的学习态度、学习投入程度和以知识输出能力为主的学习质量情况。

4.2 考核评价的全程化实施

期末考试(30%)采取闭卷考试的形式，试卷是包含多种题型的综合试题，重点考查学生的知识应用能力。

图2 普通化学课程的多元、立体化考核体系

阶段测试(20%)包括线上学习平台中定期发布的单元测验,以及随堂进行的专业术语测试。每次测试学生都有2–3次重新作答的机会,以最高分计入成绩。单元测试的题目全部为英文表述,包括考核知识掌握程度的客观题和对核心概念理解的主观陈述题。阶段测验主要对学生的学习情况进行诊断,及时调整教学。

平时成绩(30%)是对课堂学习过程和课后作业的记录和反馈,包括课堂活动和跨章节作业。其中,课堂活动(20%):主要包括:(1)课堂研讨活动的参与情况。教师在课堂教学过程中将重要的提问、研讨题目等即时发布在慕课堂中,运用线上平台记录学生的参与情况,期末时根据本学期学生课堂活动平均参与程度核定分数;(2)小讲师活动。结合师范生的特点,为每个学生布置2–3次微课讲解任务,讲解内容为普通化学课程中的知识点总结或习题,学生以课堂展示或微课视频的形式呈现成果,并由听课的“同学”进行评分,提升学生知识内化和输出能力;(3)导学案的完成情况。授课教师设计了部分章节的全英文导学案,引导学生自主学习,自我反馈。导学案中明确提出相应章节的学习目标、学习任务和自测练习,根据对应知识的难易不同,导学案分别用于独立自学、课堂探究和课后拓展,教师进行检查、评分,计入成绩。跨章节作业(10%):指按要求绘制大概念统整下的知识结构图或思维导图,训练学生对学科核心概念的理解以及知识结构化输出的能力。作品采取小组互评、教师评定相结合的方式评分,计入总成绩。

线上成绩(20%):是对课前线上课程学习投入的考核,包括出勤、线上视频学习时长和线上学习笔记三部分。出勤率(5%)根据学生到课率统计,旷课超过3次或迟到、早退累计超过6次平时成绩为零;学生要根据进度要求,课前自学异步SPOC中相应章节的线上课程,整理视频中的知识点,做自学笔记,并将笔记拍照上传到平台,教师根据其完成质量评分并计入总成绩(10%);除了课前自学线上课程外,线上平台还搜集了大量全英文讲解的微视频作为课后拓展学习的内容,课前课后线上学习时间的多少也作为学习投入度的评价指标,计入成绩(5%)。

这样的评价不仅能让教师及时判定学生的学习效果,反思教师的教学效果,评价过程也能成为教学的重要内容。同时,评价任务本身也是对学生提出的学习挑战,成为指引学习方向、维持学习动力、促进学习投入的重要手段^[6]。

5 课程建设效果

针对化学师范生构建的普通化学(General Chemistry)课程开出以来,深受学生欢迎,两期课程的调查显示,学生的课程满意度均在95%以上,学生的正向学习体验多。同时,课程在培养化学专业

师范生的学科核心素养和学科综合能力方面也卓有成效。

5.1 关注知识生成, 实现学科理解

在重构课程内容与混合式教学模式下, 学生通过线上课程的自学, 能快速掌握学科内容的结果性知识, 但缺乏对知识生成逻辑和思维深度的体验。为此本门课程的线下教学更关注学生对知识生成过程的体验, 挖掘知识内隐的学科价值, 实现学科理解。一是内容上注重挖掘知识的内在本质和思维特质, 外化知识承载的学科思想和方法论准则, 从深层次上影响学生思考、解决问题的方式。例如, 讲解分子间作用力时分析分子间距离与作用力的类型, 生成短程作用力、库伦作用力和长程作用力的认识, 并由此引入中国传统文化中“近则不逊远则远”的距离哲学思想; 讲解氢键时, 引导学生体验没有氢键, 世界会有哪些改变? 用“玉盆纤手弄清泉, 琼珠碎却圆”的古诗词、“满而不溢, 凝而不散”的文化成语、冰水颠倒、酒水互溶的哲学语言描绘水因氢键而存在的奇特现象, 最后用老子的“上善若水”的哲学思想, 反思其微观结构的奇妙。二是教学过程的引导上, 遵循知识生成的逻辑规则, 让学生体会知识生成的思维方式。例如, 在“covalent bond”一节的课堂教学中, 用宏观感知-微观探析-符号表征的思路统整教学过程, 采用问题(任务)驱动学生使用高级认知技能。课堂教学中使用了三类问题: 一是促进知识深入理解、完善知识结构的问题, 如“共用电子对是如何hold住原子使之形成新物质的呢?”“共价键的本质是什么?”; 二是引发学生发散思考, 激发其创造力的问题, 如“氮气 σ 键并非单纯 p 轨道的头碰头重叠, 而是包含了 $2s$ 电子的参与, 如何解释这个现象呢?”; 三是教学中抓住时机, 运用问题驱动, 修正学生的思维模式, 促进学科理解。驱动学生深度学习的问题, 如“电子真的像这样的小黑点一样确定性地出现在原子核周围吗?”“即使借助最先进的仪器我们也无法亲眼看到氮气中‘键’, 那凭什么确信我们分析结果是真实的、正确的?”通过问题驱动, 组织学生课堂讨论, 实现课堂上的深度学习, 培养了学生高级思维能力。

5.2 强化知识输出, 提升了学科综合能力

通过课程的学习, 师范生的学科综合能力显著提高。一方面表现在学生储备的学科知识更加结构化。课程学习中学生要定期完成三类特色的作业, 即每节完成线上课程的自学笔记, 并要求笔记要结构化呈现所学习的知识内容、学生要以小组为单位完成各章内容的知识结构图或思维导图的绘制、特色的跨章节作业——大概念统整下的概念图的绘制, 这三类作业督促学生自主建立知识间的联系, 从作业的完成质量上也能看出学生知识结构化水平的变化。另一方面, 课程学习过程中学生不仅进行知识输入, 即从线上学、从课本学、跟老师学、跟同伴学, 还习惯了进行“知识输出”, 即用可理解的逻辑讲述知识。知识结构图的汇报、概念图的汇报、课堂中的讨论汇报以及每个学生都参与的“小讲师”活动, 不断提升了学生将学科知识转化为教学知识, 将输入的知识进行输出的能力。通过课程的学习, 学生的从教热情提升, 从教能力有进步, 近两年学习过该课程的37名毕业生中, 80%进入国内的国际高中任教双语化学课程, 课程学习过程中学生的学习成果衍生化学教学竞赛获奖10人次。

参 考 文 献

- [1] 沈宏, 徐端钧, 方文军, 聂晶晶. 大学化学, 2019, 34 (4), 12.
- [2] 中华人民共和国教育部. 普通高中化学课程标准. 北京: 人民教育出版社, 2018: 4.
- [3] National Research Council. *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*; The National Academies Press: Washington, D. C., USA, 2011.
- [4] 周玉芝. 化学教学, 2021, No. 1, 29.
- [5] Cooper, M. M.; Posey, L. A.; Posey, L. A. *Underwood S M. J. Chem. Educ.* 2017, 5, 94.
- [6] 周文叶. 全球教育展望, 2019, 48 (10), 85.