

结构化学课程线上线下混合教学的改革和实践

徐志广, 许旋*, 罗琼, 王干全, 彭彬

华南师范大学化学学院, 广州 510006

摘要: 在“互联网+”信息化的大趋势和高考改革下, 化学学科的教学改革不断深化, 华南师范大学结构化学课程教学团队进行了深度结合的线上线下混合教学的改革和实践探索。本文介绍了课程教学改革的探索、历程和建设实践情况, 依托学校“砺儒云课堂”平台将线下与线上课程打通, 优势互补, 建设成富有成效的线上线下混合课程。线下课程考试成绩、线上参与程度以及学生对课程的评价表明, 此线上线下混合教学课程得到学生一致认可, 学生的创新思维明显提升, 达到令人满意教学效果。

关键词: 结构化学; 线上线下混合教学; 砺儒云课堂

中图分类号: G64; O6

Reform and Practice of Online and Offline Blended Teaching in Structural Chemistry Course

Zhiguang Xu, Xuan Xu*, Qiong Luo, Ganquan Wang, Bin Peng

School of Chemistry, South China Normal University, Guangzhou 510006, China.

Abstract: With the trend of “Internet plus” and the reform of college entrance examinations, the teaching reform in the field of chemistry continues to deepen. The teaching team of the Structural Chemistry course at South China Normal University has conducted in-depth exploration and practice of blended teaching, combining online and offline methods. This article introduces the exploration, process, and implementation of the curriculum reform. By utilizing the “LiRu Online Courses” platform, the team has successfully integrated offline and online courses, leveraging their respective advantages to create an effective blended learning experience. The results of offline course exams, online participation rates, and student feedback all indicate that this blended teaching approach has been well received by students, leading to a significant improvement in their innovative thinking and achieving satisfactory teaching outcomes.

Key Words: Structural chemistry; Online and offline blended teaching; LiRu Online Courses

1 引言

结构化学课程也称为物质结构, 是化学师范专业的必修课。结构化学是在原子及分子水平上研究物质结构与其组成的相互关系的课程, 是化学学科中一门带领学生从微观角度认识化学的课程。该课程涉及量子力学基本理论和一些高等数学推理, 因此学生普遍觉得课程的理论性强而且抽象难懂。

收稿: 2023-10-27; 录用: 2023-12-25; 网络发表: 2024-01-02

*通讯作者, Email: xuxuan@senu.edu.cn

基金资助: 华南师范大学 2023 年度校级精品一流本科课程项目(教学(2023)18号)

由于高考改革,新课标和新教材的使用,“物质结构与性质”模块被定为高中化学的选择性必修2教材,同时高考中关于“物质结构与性质”也由原来的选做题更改为必做题,关于物质结构的知识教育引起高中化学教育界的极大重视。以知识讲授为传统的教学模式,已经无法满足培养具现代创新思维人才的教学需要^[1,2]。因此对师范生结构化学的课程教学提出更高的要求。

传统线下课程的主要是学生被动式学习,缺乏主观能动性,另外期中考试和期末考试这种评价方式过于单一和时效性差等弊端,都会导致短期学习的发生,容易致使学习者为了通过考试而学习。因此传统的以知识讲授为传统的教学已无法满足培养创新型人才的需要。另外,纯粹的在线课程缺乏主讲教师对学生学习的鼓励和监督,学习过程中产生的疑问无法及时解决,同时缺乏面授过程中的师生间相互沟通和人文关怀,造成在线课程存在一定的局限性。相关学者在结构化学课程线上和线下教学改革上也提出了深入的探索^[3-6]。

为顺应“互联网”信息化的潮流^[7,8],结合我校的“砺儒云课堂”平台,根据学情和任课教师的特点,与砺儒云课堂平台深度结合,实施线上线下混合教学模式。本文将介绍我校结构化学线上线下混合教学改革建设和实践的历程。

2 线上线下混合教学课程的设计和建设

结构化学课程的教学目标是通过该课程的学习,学生可以全面系统地了解结构化学的基本原理和知识,掌握如何运用量子力学和数学的理论和研究方法研究原子、分子和晶体的微观结构,认识原子和分子的运动规律,学会运用物质的微观结构解释其宏观性质。针对课程的特点课程教学团队设计线下和线上的教学方案和制定课程建设步骤。

2.1 优化线下课程教学内容,引入科研手段,提升教学质量

结构化学课程教学团队多年来围绕现代教育思想和教学手段,在教学内容和教学方法改进等方面进行研究,针对不同的教学内容分别采用启发式、讨论式、自主性学习和小组协作性学习^[9]等教学方法组织教学,优化传统线下课堂教学,在以课程知识系统性为前提,着重讲解教材的重点与难点。我们采取化学计算软件辅助教学和课程论文评价这两个方面提升线下教学质量。

首先,本课程应用计算软件辅助教学^[10]。以往的课程教学中主要集中于宏观性质分析理解,缺乏对结构更深层次的认识,难以让学生深刻理解结构与性质关系的本质所在,所以教学过程中往往事倍功半。我们在教学实践中,在掌握学生基本学习情况的基础上,根据结构化学课程的教学内容和教学特点,引入现代科研理论研究软件HyperChem和Material Studio进行辅助教学^[11],注重理论研究和实际实验现象的联系,引导学生尝试应用理论计算结果来解释性质现象,深入学习分子结构和理论性质,探索其规律性。例如氟气分子的 π 和 σ 成键轨道(图1),采用课堂直接计算和演示的方式进行教学,学生可以直观认识和理解轨道的概念和应用。该措施提高了学生的学习兴趣,增强综合科学素养,收到很好的教学效果。

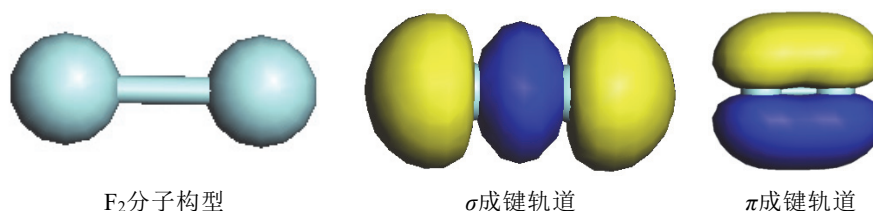


图1 F₂分子构型与轨道图(Material Studio软件计算所得)

其次,本课程应用课程论文评价方式达到学以致用、培养创新思维的目的。结构化学课程的内容以理论为主,相关习题与其他化学专业课程联系不密切,缺乏对所学理论知识的加深、拓宽和巩固。因此,我们设置课程论文为课程成绩的重要评价,弥补了该课程应用不足的短处^[12]。该门课程

面向的对象一般是本科高年级的学生，具有一定的化学专业知识。为完成课程论文，学生需查找各种文献，选择研究的分子体系，提出计算方案，并在教师指导下实施。因此，学生需要对各门化学专业课程知识进行梳理、分析和融合。而且，学生要回顾以往学习的化学知识、规律和现象，考虑能否采用结构化学理论计算进行解释，因而激发了学生的学习和研究兴趣，达到学以致用效果，培养了学生的创新思维。在指导学生开展课程论文研究时，主讲教师重点指导科学研究的方法、步骤和必需的科学道德，同时增强学生的科学素养。在学生撰写课程论文时，教师讲授一般论文的写作格式和逻辑思维，提高学生科学的书面表达能力和论文写作规范。

2.2 充分利用“互联网+资源”，重构课程内容，建设在线课程

2019年，结构化学校级在线课程获立项建设。开放在线课程将根据学生发展需要和网络学习习惯，以学生为中心，盘活原有的教学资源，对现有课程进行重新设计，真正做到充分利用“互联网+资源”^[13]。该课程具有丰富的课程资源，录制了30个短教学视频，并且在学校平台建立结构化学在线课程，帮助和引导学生实施在线自主学习。同时，注重学习过程的评价，依托在线课程平台，设计完善的在线测验及学习评价方案。在课程建设设计中为提高学习效率，将自主学习与社会化学习有效整合，让学生参与优化课程。另外，课程重视真实的学习和评价设计，同时改变以视频为主的内容呈现方式，灵活运用多种媒体表现形式。

通过在线课程教学实施，可以调动学生学习的积极性和主动性，提高学生探究、思辨、互动的学习能力，实现“互联网+”环境下的教学改革。

2.3 深度结合的线上线下混合教学课程建设

2020年以来，结构化学课程依托学校“砺儒云课堂”平台开展深度结合的线上线下混合教学的探索，并于2023年获批为校级线上线下混合教学课程(见图2)。课程根据不同类型的教学内容选用相应的教学方式：抽象、逻辑性强的教学内容采用线下多媒体课堂启发式教学模式；应用性内容适合用在线自主学习与讨论的方式；研究性学习内容采取在线小组协作学习讨论的形式。

平台上已经形成结构化学网课视频、课后网上答题和作业讲解视频等网上资源。平台上传课程拍摄的高质量教学视频，结合线上的资源和教学互动等，使学生既达到学习的目的又节省了时间。课程制作相应网上考试题库，高效地对线上平台的课程、学生和学习进行管理。同时开设讨论区，供学生讨论交流。

线上线下混合课程教学的主要步骤为：课前在线平台预习、课中线下结合在线展示教学视频/在线讨论区建立话题、课后在线复习与测验、作业上传和批改。

教师以问题为导向引导学生就“化学结构原理、结构如何决定性质、如何应用性质”开展线上自主学习和查阅资料。组织学生开展线上和线下生生、师生间讨论，通过线下抢答等方式汇报学习结果，老师再就重点难点进行讲解。通过线上和线下混合教学，学生深刻理解到结构化学的原理和思想。在教学内容和教学方法改进等方面进行研究，针对不同的教学内容分别采用启发式、讨论式、自主性学习、小组协作性学习等教学方法组织教学，明显提高导学和督学的效果。充分利用砺儒云课堂平台，通过线上网课资源，及时解释学生的学习疑问，解决以往仅通过线下课无法解决的时效问题。同时通过线上平台，推送相关课外阅读资料，显著地达到促学和助学的目的。

2.4 结构化学课程评价

平时成绩15% + 线上自主学习15% + 期中考试20% + 期末考试50%。课程评价采用平时成绩、线上自主学习、期中考试与期末考试相结合的多种考评方式。平时成绩包括考勤、平时作业和表现。线上自主学习部分包括线上学习视频、讨论区讨论、完成线上习题等方面，体现了课程学习评价过程化。而个人线上自主学习、研讨情况、线下考勤则体现了个性化评价。对线上自主学习的考查包括学生关于线上各学习资源的学习时长、研讨成绩以及考查线上研讨时参与度和发言的质量等。另外，在线上平台结构化学课程率先引入“结构化学实验”的内容和要求，上传结构化学计算专业软件和操作步骤的实验视频，实验报告网上提交，共同打造线上线下紧密结合的学习系统。

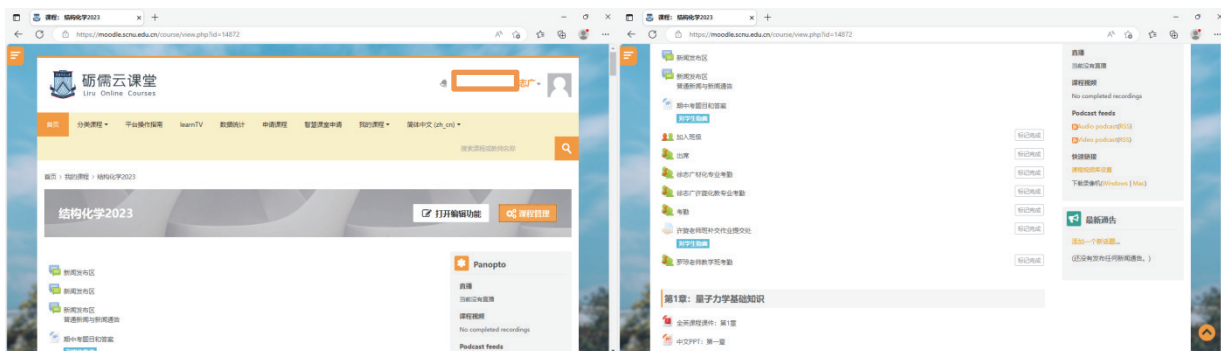


图2 砺儒云课堂平台上结构化学课程截图

2.5 线上线下混合式教学实例——以“对称操作和对称元素”为例

这里以第四章“分子的对称性”的第一节“对称操作和对称元素”部分为例，介绍本课程如何进行线上线下混合式教学。该节课主要讲述对称性的概念和对称操作和对称元素的定义、分类和应用。相应的教学目标、重点和难点见表1。

表1 “对称操作和对称元素”的教学目标、重点和难点

项目	内容
教学目标	1. 识记：对称元素、对称操作的定义，对称操作的矩阵表示 2. 理解：对称元素和对称操作的符号 3. 简单应用：确定常见分子的对称元素和对称操作
教学重点	1. 各类对称操作的定义及对称元素 2. 典型对称操作在三维直角坐标系下的表达式
教学难点	1. 镜面和对称轴类型的表示 2. 对称操作在直角坐标系的表示矩阵

在课堂开始之前，我们会要求学生提前在砺儒云课堂平台上进行预习，请同学们预先观看平台上的视频，对各类对称操作的定义及对称元素进行识记，并初步理解。在此基础上，让同学们在讨论区的话题“甲烷及一氯甲烷分子的几何结构和含有对称元素情况”中进行讨论(图3)。

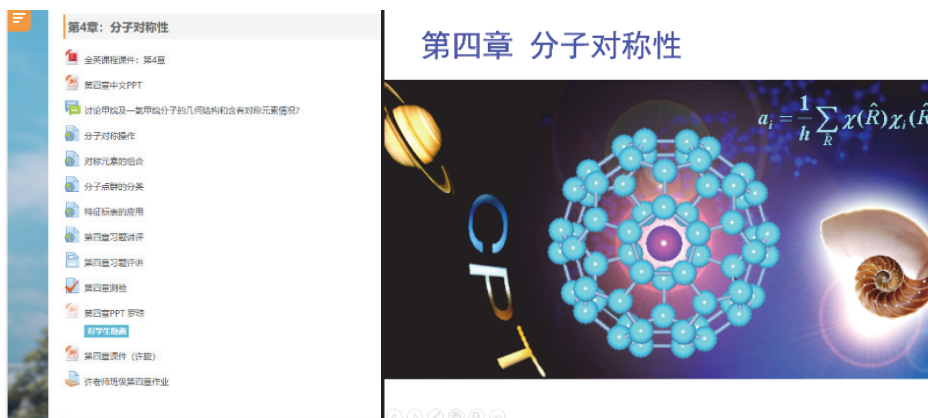
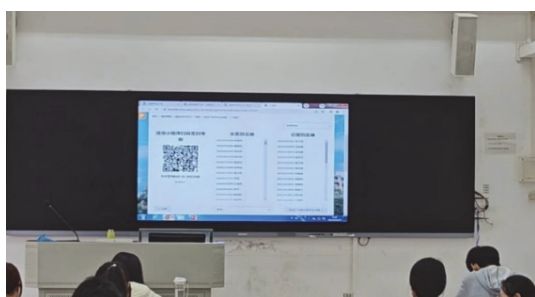


图3 砺儒云课堂的预习视频截图

在课堂上,首先让同学用手机扫描二维码,进入砺儒云平台进行签到(图4(a))。通过多媒体展示和软件操作,对恒等元素、对称轴、对称中心、对称面及其相应操作和矩阵表示方法进行讲解和分析,同时与学生进行互动。课堂中,展示一些宏观例子的对称性(图4(b)),列出微观化学中苯、甲烷和一氯甲烷分子的构型,说明对称的概念,引导学生思考对称是由什么因素引起?如何分类和定义?讲述恒等、对称轴、对称中心和对称面元素和操作。课堂还提出“找出甲烷及一氯甲烷分子的几何结构和含有对称元素的情况,比较两者的异同,说明那个分子对称性更高?”的问题,教师组织学生分组讨论思考题,归纳学生的答案,回应砺儒云平台的讨论话题(图4(c))。课后布置学生完成砺儒云课堂平台的第四章测验题(图4(d))。



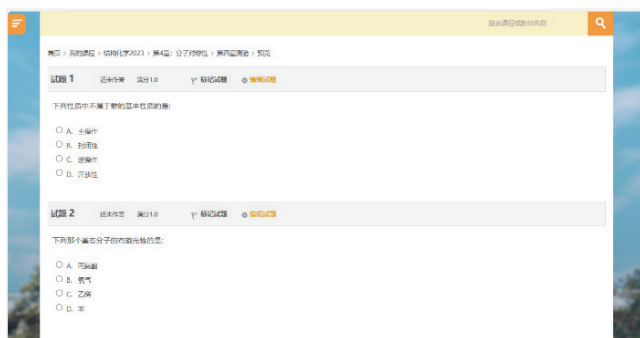
(a) 现场签到



(b) 动画展示



(c) 话题讨论区的帖子



(d) 平台上第四章的测验题

图4 课堂现场砺儒云平台的签到、讲课、讨论区的话题讨论和课后的测验题截图

本案例充分体现了线上线下深度结合的混合式教学。课前学生在砺儒云课堂平台的预习和话题讨论,课堂中的平台签到和话题延伸,课后的复习和测验题。充分发挥砺儒云课堂线上平台的作用,促进学生课前的自主学习和思考,增强线下课堂中的师生交流,课后的视频和测验题进一步巩固课堂讲授的知识,为学生提供复习解疑的理想场地,取得良好的教学效果。

2.6 线上线下混合式课程教学成效

首先,线上线下混合教学将难懂的内容变得形象易懂,学生主动学习性大大增强,显著提高了学习的质量和成绩。本课程从2020年秋季开始采取线上线下混合教学,与往届只有线下教学模式的情况相比,学生的学习兴趣、主动学习参与度、线下课程的出勤率和线上学习时间等有明显提高。从中期末考试的卷面成绩来分析,卷面平均分达到70分以上,优秀率明显上升,不及格率显著下降。从答题的情况来看,学生已经掌握了以往结构化学中难懂的原理,并能清楚表述,说明线上线下混合教学明显促进了学生的知识学习。另外,从近年学校发布的关于学生对结构化学课程的评价情况来看,课程评分均超过97分(满分为100分),说明学生对本课程的教学质量非常认可。

其次,学生对结构化学课程掌握程度大大加深,对毕业后在中学关于“物质结构与性质”部分的授课更加有信心。近年的高考中,报化学专业志愿的考生中,只有不到10%的考生选择“物质结

构与性质”的选考题，学生的结构化学基础普遍薄弱。但是通过本课程，学生从线上和线下混合教学中充分理解和掌握本课程的重点和难点，为以后的职业发展打下坚实的基础。

再次，因为“教学相长”，随着本课程的线上线下混合课程教学的设计和实施，主讲教师从单纯的线下知识的传播者，转变为既要上好课堂内容，又要兼任线上的学习博主，通过线上线下混合的课程内容设计，促进教师适应新网络时代的新教法，提升教师的线上教学和管理能力，大大提高了教师的信息化素质。

3 结语

我们在结构化学课程的改革和实践探索中，经历了线下课程改进，在线课程重构，以及把线下与线上课程打通，使两者优势互补，建设为深度结合的线上线下混合教学课程。在此过程中，我们深刻体会到了“互联网+”信息化与传统教学方法的融合发展，是现代教学的潮流，并且意识到其影响的深度和广度将随着终端从个人电脑转移到手机，为现代教学方法带来的进一步创新的机会。因此，作为主讲教师，也顺应潮流，不断提高自身信息化技术水平，利用平台，把学生培养成具“互联网+”信息化优势的综合发展的新时代优秀的化学师范人才。

参 考 文 献

- [1] 梁雪. 科技风, **2022**, No. 10, 167.
- [2] 胡晨光, 蔡艳青, 许莹, 陈兴刚. 华北理工大学学报 (社会科学版), **2019**, 19 (6), 90.
- [3] 万坚. 大学化学, **2017**, 32 (4), 11.
- [4] 雷鸣, 杨作银, 李亚平, 蒲敏. 大学化学, **2020**, 35 (5), 98.
- [5] 李晓艳, 张怀玉, 孟令鹏, 曾艳丽. 大学化学, **2022**, 37 (12), 2112054.
- [6] 祁鹤翔, 刘阳秋, 蒲敏, 杨作银, 李亚平, 雷鸣. 化学教育(中英文), **2022**, 43 (12), 104.
- [7] 张娜, 杨平, 吴琼, 赵学娟, 汪太生. 创新创业理论研究与实践, **2023**, No. 5, 108.
- [8] 李道金, 李冠峰, 王桂霞, 孙涛. 化学工程与装备, **2022**, No. 11, 242.
- [9] 许旋, 赖步英, 彭彬, 许洁婉. 大学化学, **2005**, 20 (4), 29.
- [10] 许旋, 莫海洪, 王朝阳, 彭彬, 王干全. 高等理科教育, **2008**, No. 2, 129.
- [11] 徐志广. 数理医药学杂志, **2011**, 24 (3), 326.
- [12] 徐志广. 数理医药学杂志, **2007**, 20 (3), 424.
- [13] 李茜, 周红艳, 杨敏, 季伟. 安顺学院学报, **2023**, 25 (2), 121.