

## 信息技术辅助教学活动的模式创新

张兴文 唐冬雁

**摘要:** 围绕化学类课程教学中理论与实验教学的痛点, 阐述采用科教融合方式, 将国家重点研发计划的技术成果与人才培养和教育教学相融合, 探索信息技术促进“智慧教室+MOOC+虚拟仿真”和超算资源高效利用的策略, 激发教学活力, 普及计算思维, 创新理论与实验教学模式, 为人才培养营造良性教学生态环境。

**关键词:** 科教融合; 信息技术; 超算资源; 计算思维

### 一、理论与计算化学教学模式改革的背景

中国超算已走过40年, 近年来就有6家国家级超算中心相继落成; 多台超级计算机已登上世界顶级超算阵容, 13次拿下世界第一。但我国在超算应用方面还存在短板, 尤其在化学学科及一些关键领域的超算应用中, 还依赖国外相应软件, 超算应用的发展受到严重制约。

为了满足目前我国“理论与计算化学”学科发展和人才培养的战略需求, 需要大力开展高性能计算研发与应用教育, 建设和优化“超算理论+多学科应用”课程资源, 促进相关学科间的交叉融合, 提升学生及从业人员的计算思维和应用研发能力。这对传统化学理论与实验教学模式提出了挑战。

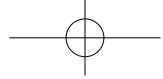
哈尔滨工业大学与中山大学联合, 针对化学学科理论与计算化学实验教学中存在的现实问题, 采取科教融合方式, 将“理论与计算化学实验”虚拟仿真综合实训与“国家高性能计算环境”有效对接, 普及化学中的计算思维, 培育我国化学软件新生用户, 满足国家对理论与计算化学学科发展的需求, 为培养超算应用人才提供资源和教学服务。

### 二、借助信息技术探索解决教学中痛点问题

信息技术与教育教学深度融合的新探索为我国高等教育提供了重大改革机遇。如何遵循教育教学基本规律, 建好和用好优质课程资源, 解决课堂教学中的痛点, 是一线教师必须面对的现实问题。哈尔滨工业大学积极开展在线开放课程建设与应用, 鼓励教师依托教学实践开展教学研究和改革, 解决教学中的痛点和难点。学校在线开放课程总立项数达165门, 已上线84门, 累计选课566万人次。笔者以哈尔滨工业大学化学类优质课程资源的建设与应用为例, 概述相应的研究与成效, 主要包含如下三方面:

(1) 借助信息技术探索有效推动在线开放课程资源建、用、学的策略和方法, 发挥“互联网+教育”优势, 打造线上“金课”、混合“金课”和虚拟仿真“金课”。(2) 解决传统教学模式中“做不到、做不好、做不了”的痛点问题; 将在线开放课程与虚拟仿真实验有机结合, 实现理论教学和实践实训教学“两翼齐飞”的效果。(3) 满足国家“理论与计算化学”学科发展需求, 科教融合普及化学中的计算思维, 为培养超算应用人才提供资源和教学服务; 构建课程思政资源, 增强其协同育人功能。

张兴文, 哈尔滨工业大学化工与化学学院副教授; 唐冬雁, 哈尔滨工业大学化工与化学学院基础教学部主任, 教授。



### 1. 构建线上和混合式“金课”

基于学情分析,结合专业人才培养和课程教学目标,遵循教育教学规律,构建与教育现代化相适应的“互联网+教育”课程体系,推动信息技术与教育教学深度融合。通过实证研究,优化国家“金课”的建、用、学的策略和方法,推进优质课程和虚拟仿真教育资源共享,提高理论与实验教学质量。

哈尔滨工业大学与中山大学合作,采取科教融合方式,依托国家重点研发计划“高性能计算”重点专项“基于国家高性能计算环境的HPC教育实践平台2.0”,利用“中国大学MOOC”平台和超算习堂,打造了“无机化学(化学反应原理)”国家精品在线开放课程、“无机化学(物质结构基础)”省级精品在线开放课程以及“无机化学(IV)”黑龙江省精品线上线下课程。

### 2. 构建虚拟仿真“金课”和“化学课程思政”资源

基于化学学科核心素养的内涵及结构,从知识传授、能力培养、素质提高三方面协同实施,开展“教、学、评”一体化的大规模在线开放实验,打造虚拟仿真“金课”资源——基于超算习堂的理论及计算化学实验虚拟仿真综合实训教学项目。

化学学科核心素养包括宏观辨识与微观探析、变化观念与平衡思想、证据推理与模型认知、科学探究与创新意识、科学态度与社会责任。化学学科的基本观念之一“结构观”包括微粒观、相互作用观、分子构型观等,是化学学科认识与表征物质的组成、结构、性质及其转化规律的基本方法。

物质结构理论和分子空间构型是化学类课程教学的难点,主要是因为这部分内容比较抽象。借助虚拟仿真和量子化学计算的手段,可以帮助学生从微观层次上理解化学物质的结构与性能关系,培养和形成化学学科的“结构观”,掌握建构模型的思想方法,利用模型建构,化抽象为具体、化复杂为简单、化深奥为浅显,

促进学生自主学习,解决传统实验教学的难题。

智慧型教室硬件资源与智慧教学工具有机结合,充分运用“MOOC+课堂智能终端+智慧教学工具”,打通“课前、课中、课后”各个环节,实现评价反馈实时化、资源推动智能化、教学行为分析精细化,全面构建了大数据时代下信息化课堂的混合式教学模式。基于“雨课堂”构建了“化学课程思政学思践悟工作室”,以承载思政元素和课程思政资源。

在实施过程中充分利用“云+端”一体化泛在教学空间,发挥智慧型教室和智慧课堂的优势,提升学生及从业人员的计算思维和应用研发能力。

## 三、科教融合促进教学模式创新

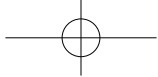
### 1. 教学平台的技术特色

在教学中将国家重点研发计划的技术成果——超算习堂——与化学学科的理论及实验教学相结合,充分挖掘和发挥信息技术的优势。针对化学教学中物质结构理论抽象,缺乏实验教学环节,理论和计算化学实验软件和硬件昂贵,并行计算实践环节相对单薄甚至与教学环节脱节的现实问题,我们基于超算习堂,以开放共享的高性能计算HPC资源为依托,应用虚拟化资源划分和隔离技术,设计和构建实训项目所需资源,满足学生对超级计算机上软件及编译环境的需求。在此基础上,生成相应课程实验所需的计算和网络资源,再利用云技术,开展理论与计算化学实验虚拟仿真综合实训教学项目。

超算习堂平台的技术特色概括如下:

(1) 学生随时随地在线实验。学生直接在浏览器上进行实验,界面分为左右两栏,左栏为实验操作指南,右栏为真实虚拟机环境。学习者无须配置烦琐的本地环境,随时随地在线使用。

(2) 在线实训快速部署与归档。借助虚拟机管理平台实现多节点实验服务器快速部署,节约学生安装实验环境时间,随时随地在线流



畅使用，实验后可保存学生实验过程资料。

(3) 轻松衔接超算服务器设备。支持虚拟化技术，充分利用国家超算资源，打造计算机实验在线机房。

(4) 高仿真在线虚拟实验环境。软件安装和部署使用真机调试，还原与线下实验相同的操作体验。

## 2. 教学方法创新

教学方式方法多样，师生互动便捷，既可在线交流，又能直播互动。本实验项目可结合理论课程，采用线上线下相融合的混合式教学、翻转课堂教学、辅助课堂教学等多种方式。利用“雨课堂”构建在线虚拟学习班级，创设促进学生高参与、深互动、易探究的学习情境。基于 MOOC 平台和“雨课堂”实现“课前、课中、课后”全贯通，学习动态后台数据全覆盖。且可通过 MOOC 平台在线直播功能，实现师生直播互动，激发学生参与实验的兴趣，促进学生自主学习。

## 3. 评价体系创新

基于“MOOC+SPOC”，弥补 MOOC 实验环节不足，凸显“教、学、评”一体化。采用“大规模在线开放实验”模式，将本实验资源与国家超算及 MOOC 资源相融合，实现无缝衔接，解决当前理论与计算化学普遍缺少实验环节的现实问题，可为无机化学、有机化学、结构化学、计算化学等化学类课程提供实验支撑。基于 MOOC 平台，既可学习理论知识，又能开展在线实验，还能实现“教、学、评”一体化的教学功能。

## 4. 对传统教学模式的延伸与拓展

在教学中本着“能实不虚，虚实结合”的原则，以学生学习的实际需求为导向，利用虚拟仿真和量子化学计算的手段，解决化学类课程传统实验教学中抽象理论难以验证、量子化学计算软件以及超级计算设备昂贵、实验机房计算机数量有限等难题。基于超算习堂将量子

化学计算与虚拟仿真有机结合，实现传统实验难以完成的教学功能。

通过分子空间构型虚拟仿真和量子化学在线计算实验，利用模型建构，化抽象为具体、化复杂为简单、化深奥为浅显，促进学生自主学习，解决传统实验教学的难题，帮助学生从分子层次上理解化学物质的结构与性质关系，培养和形成化学学科的“结构观”。

科教融合方式实现了实验资源与信息技术深度融合。通过云计算方式，利用超级计算和远程服务器集群，把“虚拟仿真软件和量子化学计算实验”搬到了“云端”，为学习者解决了软件使用和硬件维护问题。通过计算机终端或个人手机等多种终端，可实现多人同时实验，便于学习者随时随地学习和操作，使传统教学的时间和空间得到了延伸与拓展，既培养了学生的计算思维，又促进了信息技术与实验教学的融合。

## 5. 构建化学智慧教学空间

哈尔滨工业大学化学智慧教学空间既为学生提供相应的智慧教学信息，也为教师提供相应的“化学课程思政”资源载体。其中包括智慧教学的方法、策略、资源，如何打造“金课”、化学之美、备课资源、备课园地等板块，还有虚拟仿真实验的在线操作指南等资源均可在此平台中查阅。

在教学过程中加强课程的思政资源建设。基于信息技术和网络平台承载化学思政元素和课程思政资源，主要借助智慧教学工具软件，利用雨课堂构建化学思政学思践悟工作室，为科研和教学提供相应的载体。

## 四、课程教学中的信息技术应用与学习支持

在实施无机化学“线上+线下”混合式教学模式改革过程中，我们以建构主义和联通主义学习理念为指导，充分利用“中国大学 MOOC”提供的平台功能，构建了无机化学 MOOC 系列课程，为混合式教学的（下转第 60 页）