

•专题•

doi: 10.3866/PKU.DXHX202305009

www.dxhx.pku.edu.cn

地方高校化学基础课虚拟教研室建设的探索与实践

张进^{1,*}, 刘利¹, 李三喜¹, 葛春华², 谢颖³, 牟林⁴, 王爱玲⁵, 宫晓杰⁶, 何鑫⁷, 王鹏⁸, 沈薇⁹, 刘阳¹⁰, 马睿¹¹

¹ 沈阳工业大学环境与化学工程学院, 沈阳 110870

² 辽宁大学化学院, 沈阳 110036

³ 沈阳化工大学理学院, 沈阳 110142

⁴ 沈阳农业大学理学院, 沈阳 110866

⁵ 大连大学环境与化学工程学院, 辽宁 大连 116622

⁶ 辽宁石油化工大学石油化工学院, 辽宁 抚顺 113001

⁷ 沈阳科技学院化学与化工系, 沈阳 110167

⁸ 北京建筑大学环境与能源工程学院, 北京 100044

⁹ 江苏科技大学环境与化学工程学院, 江苏 镇江 212100

¹⁰ 沈阳建筑大学材料科学与工程学院, 沈阳 110168

¹¹ 沈阳理工大学环境与化学工程学院, 沈阳 110159

摘要: 依托学堂在线平台建设地方高校化学基础课虚拟教研室, 提出了建设目标和内容。以“总-分”模式分层搭建虚拟教研室组织框架, 以“模块化”建设虚拟教研平台。通过协同建设、协调共享线上线下资源, 组织开展虚拟教研活动 and 教师培训提升教师教育教学能力, 打造和构建地方高校化学基础课共建共享平台和教学学术共同体。

关键词: 虚拟教研室; 协同教研; 化学基础课

中图分类号: G64; O6

Exploration and Practice on the Construction of Virtual Teaching and Research Platform for Basic Chemistry Courses at Local Universities

Jin Zhang^{1,*}, Li Liu¹, Sanxi Li¹, Chunhua Ge², Ying Xie³, Lin Mou⁴, Ailing Wang⁵, Xiaojie Gong⁶, Xin He⁷, Peng Wang⁸, Wei Shen⁹, Yang Liu¹⁰, Rui Ma¹¹

¹ College of Environmental and Chemical Engineering, Shenyang University of Technology, Shenyang 110870, China.

² College of Chemistry, Liaoning University, Shenyang 110036, China.

³ College of Science, Shenyang University of Chemical Technology, Shenyang 110142, China.

⁴ College of Science, Shenyang Agricultural University, Shenyang 110866, China.

⁵ College of Environmental and Chemical Engineering, Dalian University, Dalian 116622, Liaoning Province, China.

⁶ School of Petroleum and Chemical Engineering, Liaoning Petrochemical University, Fushun 113001, Liaoning Province, China

⁷ Department of Chemistry and Chemical Engineering, Shenyang Institute of Science and Technology, Shenyang 110167, China.

收稿: 2023-05-08; 录用: 2023-06-12; 网络发表: 2023-06-21

*通讯作者, Email: ssgzh@163.com

基金资助: 2022年度辽宁省普通高等教育本科教学改革研究项目(辽教通[2022] 166号); 辽宁省教育科学“十四五”规划2021年度立项一般课题(JG21DB404)

⁸ School of Environment and Energy Engineering, Beijing University of Civil Engineering and Architecture, Beijing 100044, China.

⁹ College of Environmental and Chemical Engineering, Jiangsu University of Science and Technology, Zhenjiang 212100, Jiangsu Province, China.

¹⁰ School of Materials Science and Engineering, Shenyang Architecture University, Shenyang 110168, China.

¹¹ College of Environmental and Chemical Engineering, Shenyang Ligong University, Shenyang 110159, China.

Abstract: Relying on XuetangX, a virtual teaching and research section among local universities is built for basic chemistry courses, and the construction goals and contents are proposed. A hierarchical organizational structure of this virtual teaching and research section is established by means of a “director-branch” mode, and the platform is developed via a pattern of modularization. On-line and off-line teaching resources of courses are collaboratively constructed and shared. Teaching and research activities are organized on a regular basis. Teachers’ teaching and researching ability is enhanced through training. The aim is to create and build a shared platform and teaching academic community for the construction of basic chemistry courses at local universities.

Key Words: Virtual teaching and research section; Collaborative teaching and researching; Basic chemistry courses

1 引言

2013年以来,我国建设了大量的慕课(MOOC)。2022年国家高等教育智慧教育平台也应运而生,标志着教育数字化战略行动迈出了关键一步。智慧教育平台的正式推出和持续应用使面向学生群体的协同教学平台日趋成熟,但面向教师群体的协同教研平台还有待探索。基于慕课的教学改革与国家级一流课程建设、“四新学科”专业改革与国家级一流专业建设和教育教学改革新专题探索,2021年教育部发布《关于开展虚拟教研室试点建设工作的通知》拉开了高校基于互联网大规模建设基层教学组织的序幕^[1]。2021年和2022年教育部按课程(群)教学类、专业建设类、教学研究改革专题类公布了虚拟教研室建设试点,首批439个,第二批218个。提出了坚持立德树人、坚持协作共享、坚持分类探索三项试点建设原则和创新教研形态、加强教学研究、共建优质资源、开展教师培训四项试点建设任务,并将根据试点取得的成效认定国家级示范虚拟教研室^[2]。

地方高校的化学基础课包括面向非化学化工类专业开设的普通化学(大学化学)课程和面向化学化工类专业开设的四大化学即无机化学、有机化学、分析化学和物理化学的理论和实验课。上述课程是诸多专业的核心课程和构建专业框架的重要基石。

协同效应是虚拟教研室生成的需求牵引机理,与传统的教研室相比,虚拟教研室更应该体现以提高人才培养能力为核心,以现代信息技术手段为依托,探索“智能+”时代新型基层教学组织建设的基本标准^[3]。由沈阳工业大学牵头,联合辽宁大学、大连大学、辽宁石油化工大学、沈阳化工大学、沈阳农业大学、北京建筑大学、江苏科技大学、沈阳科技学院、沈阳理工大学、沈阳建筑大学、沈阳工学院、辽宁中医药大学杏林学院共计十三所院校(合作院校见图1),聚焦地方高校的化学基础课程和人才培养,在长期合作交流共建的30门省级一流课程和合作编写并公开出版的13部教材等教学成果积淀的基础上,建设地方高校化学基础课虚拟教研室。本虚拟教研室虽未被列入教育部虚拟教研室建设试点,但因合作高校均属于地方院校,类别相同、区域相近,且面临许多共性的课程建设和人才培养的相关问题,因此更容易实现协同教研。通过借鉴和学习已建虚拟教研室的建设思路和经验^[4-7],以现代信息技术助推虚拟教研室建设,深入协同教学资源建设、协调教学资源运用、协同优化教学设计、协同共享教学案例等,凝心聚力继续打造更多一流课程。“以小果聚大果”,扩大教学成果应用范围以及全方位提升教师教书育人能力,以此支撑新工科专业建设和高素质应用创新型人才培养,落实立德树人根本任务。



合作院校



图1 地方高校化学基础课虚拟教研室合作院校

2 建设目标和内容

2.1 建设目标

以立德树人为根本任务,以现代信息技术为依托,通过跨院校虚拟教研室的建设和实践,实现教学资源的协同、教学过程的迭代、教学成果的累积、教学团队的精进,旨在提高教师教书育人的水平,强化教育教学理念和课程内涵,改进教学方法,提升课程建设、专业建设水平,打造和构建地方高校化学基础课共建共享平台和教学学术共同体。

2.2 建设内容

依托学堂在线平台跨校建设虚拟教研室,探索和实践内容如下:

- (1) 协同共建,协调共享优质教学资源。
- (2) 通过建设系列一流课程,引领带动线下实体课堂教学改革和内涵提升。
- (3) 协同教改并累积教学成果,通过“聚小果成大果”扩大教学成果应用范围。
- (4) 强化教育教学理念,改进教学方法,建设优质教学团队,提升教师教书育人能力。

2.3 组织架构

以“总-分”模式搭建虚拟教研室,分层开展协同教研活动,组织架构见图2。教研室总负责人为国家级一流本科专业负责人,六门化学基础课程分教研室的负责人均为省级一流课程负责人,同时分别安排两名骨干教师为执行秘书负责和协同日常教研工作。分两个层面开展协同教研,层面一由教研室总负责人负责,面向所有教师,依托虚拟教研平台,通过线上或线上线下结合方式聚焦课程思政、课程建设、实验教学、教材建设、教学模式、教师发展等多个方面开展教学研讨会,全

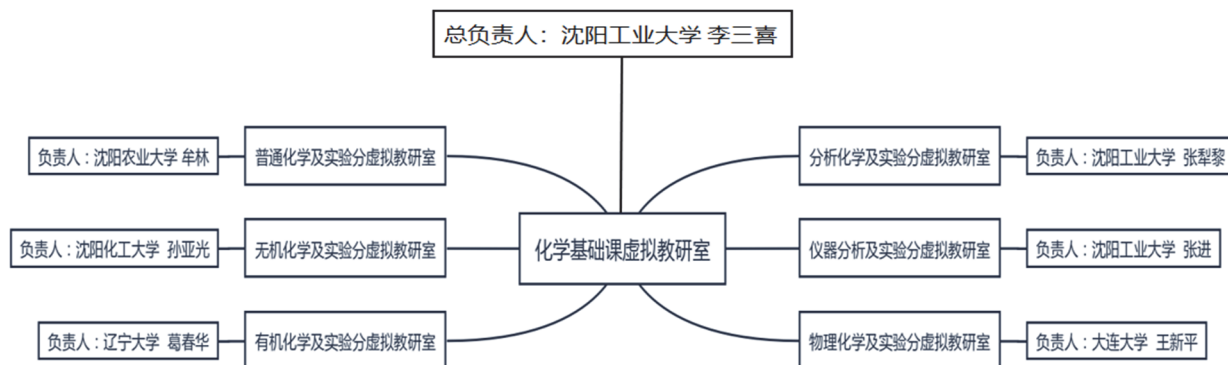


图2 化学基础课虚拟教研室组织架构图

体虚拟教研室教师参加学习和研讨；层面二由各分虚拟教研室负责人负责，面向各分虚拟教研室教师，通过线上教学沙龙、教学示范、案例分享等方式，针对每门课程聚焦教学目标、教学理念、教学内容、教学方法、教材建设、教学模式、教学手段、教学评价等多方面开展教学研究工作。

2.4 平台建设

依托学堂在线平台，以“模块化”模式，开发建设地方高校化学基础课虚拟教研室(化工类虚拟教研室)，其网址为<https://lnxnjy.yuketang.cn/pro/portal/home/>。虚拟教研平台包括如下8个模块：门户展示模块；后台管理模块；教研交流互动模块；师资培训课程模块；资源共建共享模块；教研数据分析模块；克隆班观摩课程模块；教学应用模块。表1所列8个模块建设内容、目前推进情况和负责人及负责单位。其中有些模块已完成或部分完成建设，但都需要做进一步改进和完善；有些模块还待开发建设。

表1 虚拟教研平台模块化建设情况

模块	模块建设内容	推进情况	负责人及负责单位
门户展示	教研室名称；banner图；教研室活动(虚拟教研活动新闻和虚拟教研通知)；名师风采；省级一流课程；合作院校校徽	已完成并持续改进。教研通知14条；教研活动新闻9条；名师风采3位；省级一流课程展示8门；合作院校校徽13个	沈阳工业大学负责，其他高校辅助
后台管理	录入教研人员；发布教研通知；设置分教研室、教研课程、教研班级；构建多层次的教学组织体系	录入教研人员47人；发布教研通知10条；设置分教研室6个；设置教研课程9门；教研班级1个	沈阳工业大学负责，其他各高校教师辅助
教研交流互动	基于学堂在线、腾讯会议、微信群进行教研会议互动直播和分享交流；会后可在线观看回放	互动直播会议3次。已生成回看视频3个。微信群内实时分享交流。每月一期根据课程类别分教研室进行教研活动	沈阳工业大学负责，其他高校教师参与辅助。各分虚拟教研室负责人负责组织和开展相应化学基础课的教研交流活动
师资培训课程	以课程资源包形式建设优质师资培训课程资源	已建资源包3个，今后增加资源包建设数量，增加和更新已有资源包承载内容	虚拟教研室总负责人和各个分虚拟教研室负责人负责推进
资源共建共享	对资源包、云盘、题库进行管理	云盘已上传教学大纲、教材建设、课程建设、教学案例等	沈阳工业大学负责，其他高校教师辅助
教研数据分析	依托学堂在线平台，支持教学资源数据分析和资源使用数据分析，包括资源内容数据、使用数据、学员分布数据、学习活跃人数、讨论互动等；支持教研班数据分析，可查看会议直播、互动数据以及讨论、公告等等	平台“数据看板”可随时浏览、收集数据，不断改进加强	虚拟教研室全体教师
克隆班观摩课程	利用雨课堂克隆班技术将教研团队内教师的课堂开放，全流程复制课堂教学环节，形成课堂映射。团队成员可线上观摩课堂参与互动	2023年秋季学期，拟推进张进老师物理化学课程进行实践	虚拟教研室全体教师
教学应用	虚拟教研室教师利用本平台课程资源，或通过引进优质资源开展混合式教学，推动教学协作体成员的互联互通和共建共用，提升实体课堂内涵和质量	酷学辽宁平台已建联盟课程7门；每学年参与跨校修读课程15门+。中国大学MOOC平台上线课程4门；学堂在线平台上线课程4门，总选课人数万人+。近期拟上线课程2门	分虚拟教研室负责人负责，各个课程任课教师参与

3 协同建设、协调共享线上线下资源

3.1 协同建设线上线下资源

十三所院校协同共建线上线下资源以保障一流化学基础课的课程建设持续推进。

3.1.1 线上学习资源建设

依托MOOC平台形成丰富且多模态的线上学习资源。资源类型包括视频资源、文本资源、交互资源、效果检验资源等。

(1) 优化整合教学内容。

教学内容的选择在“精炼”的基础上更加突出“前沿和融合”。具体来讲，一是将与课程内容相关的新发展、新成果和新应用直接引入在线开放课程，比如物理化学MOOC中每一章的拓展与提升资源；二是强化学科交叉融合，满足不同专业学生对课程的差异化需求，比如普通化学MOOC中化学与环境、化学与材料、化学与土木工程、化学与生命、化学与能源等资源的建设。

(2) 构建优化的MOOC体系。

根据在线开放课程特点，线上MOOC以其最大效能发挥“管理”和“教学”功能进行了模块化的构建。物理化学MOOC“模块化”体系架构图和资源框架图，分别见图3和图4。以此优化的MOOC构建体系为参考和样板，带动普通化学、分析化学实验、物理化学实验等其他MOOC进一步优化、完善线上资源建设。

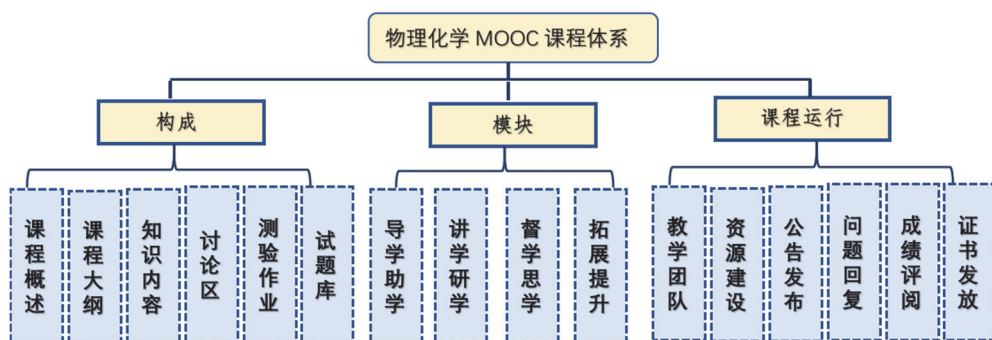


图3 物理化学MOOC课程“模块化”体系架构图

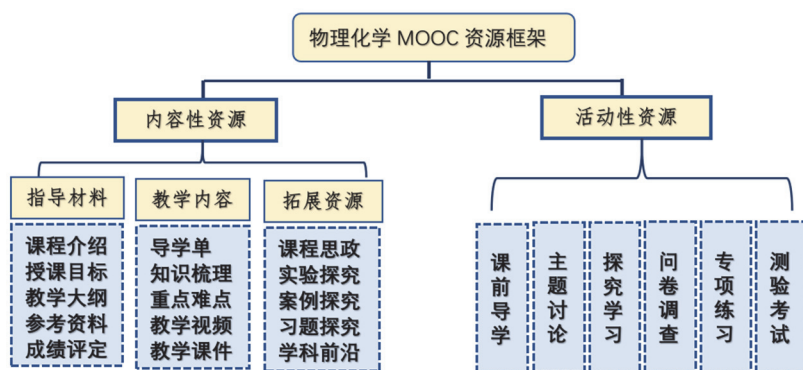


图4 物理化学MOOC课程资源框架图

(3) 建设特色资源。

① 课程思政资源：制作思政元素与化学知识巧妙链接与融合的走近化学家、化学与人生哲理、学化学赏古诗、学化学倡环保、化学实验室安全六大主题多模态线上课程思政学习资源，供学生自学和线下教学使用。

② 知识点模块视频资源：一是内容重构和知识讲解力求庞杂内容脉络化、抽象内容形象化、复杂问题简单化、理论问题应用化。二是每个视频在设计上均采用“提出问题—教师精讲解决问题—抛出问题”的“设疑—解疑—再设疑”探究式、启发式的教学形式。三是渐进柔性融入思政元素。

③ 导学资源建设：建设精细化导学资源，具体包括导学任务单、导学视频、导学图及知识框架等。

④ 分阶段和分层设置效果检验资源：包括三个阶段——课前测、课中测、课后测以及不同难度等级的测验习题。

3.1.2 线下学习资源建设

(1) 建设系列新形态教材。

虚拟教研室各高校分类合作编写教材，编写时教师逐章准备素材，在教材没有成型之前，参考、选用不同的素材组织形成具有自身特色的新工科教材。具体分类建设和协作情况如下。

① 理论课教材：依托虚拟教研室沈阳工业大学、沈阳科技学院、沈阳化工大学及北京建筑大学等多所高校合作编写新形态理论课教材《普通化学》(第二版)已出版并使用。

② 面向化学化工类专业系列化学实验教材：通过协同教研对教材编写内容和体系进行了重构，创新了出版形式，融入二维码，涵盖实验原理、实验操作、仪器使用、实验安全、课程思政等视频和文档资源。秉承“夯实基础、注重实操、强化设计、旨在创新”原则编写新形态《大学化学实验》系列教材(2本已出版，2本待改版)。该系列教材由沈阳工业大学牵头组织编写，其中已出版的《大学化学实验III-有机化学实验》和《大学化学实验IV-物理化学实验》的合作编写院校有沈阳理工大学、沈阳科技学院、沈阳工业大学石油化工学院、锦州医科大学等，正通过虚拟教研室教材建设教研活动推广应用。《大学化学实验I-无机化学实验》(第二版)和《大学化学实验II-分析化学实验》两本教材在已出版《大学化学实验I-无机化学实验》(第一版)和《现代分析化学实验》基础上的改版工作正在进行。在前期沈阳理工大学、沈阳科技学院、辽宁中医药大学杏林学院等院校合作编写教材的基础上，通过虚拟教研室的协同教研，北京建筑大学、江苏科技大学、辽宁石油化工大学、大连大学都参与了教材改版的编写工作，并拟出版后选用。

③ 面向非化学化工类专业配套实验教材：本着“经典精简、工科特色”原则编写的《普通化学实验》(新形态)实验教材已出版并使用。该教材由沈阳工业大学牵头组织编写，正通过虚拟教研室开展的教材建设教研活动推广应用。

④ 新模态数字化出版物：物理化学和普通化学数字课程已完成编辑，拟在高等教育出版社出版。通过虚拟教研带动沈阳农业大学普通化学和沈阳工业大学物理化学实验、分析化学实验、工程化学等数字课程的出版，发挥数字化教材为教学服务的功能。

通过共建、共用系列化教材可以实现知识体系构建的系统化和服务新工科专业的特色化。同时新形态教材的出版会使许多在传统纸质教材中不易呈现的知识内容得以展现，更加有利于前沿知识、思政元素以及直观、立体化的动画和视频资源的融入。

(2) 共写、共用教学案例。

通过创新教学模式，撰写教学案例为课程内涵和质量提升提供教学参考和引用范例。线上MOOC、混合式教学、实验教学的9个代表性案例已共享在学堂在线平台化学基础课虚拟教研室资源共建共享模块的云盘中。

3.2 协同共享共用线上、线下资源

3.2.1 协同共享共用线上资源

基于“融合”理念，高校之间精诚合作，实现资源共建、共享、共用。课程共享共用协调运用方式如下：

(1) 跨校修读：依托酷学辽宁省金课平台，共享共用优质资源，进行混合式教学，并以跨校修读方式实现学分互认。沈阳化工大学上线酷学辽宁的无机化学及实验联盟课程选课人数已达575538人次，沈阳科技学院、沈阳工业大学的制药工程、应用化学、环境工程等专业开设的无机化学课程多

年选用该课程完成跨校修读,并分别获批省级第一批线上线下混合式一流课程和第二批线下一流课程,沈阳工业大学物理化学(一、二)、普通化学、分析化学、分析化学实验以及沈阳农业大学的普通化学在酷学辽宁平台上线,其中沈阳化工大学已选用沈阳工业大学的物理化学(一)进行跨校修读实施混合式教学。

(2) 直接应用MOOC:直接应用自建MOOC进行混合式教学。沈阳工业大学普通化学、物理化学(一、二)的MOOC在中国大学MOOC平台已开课8期,获批省级第一批一流线上课程,8个专业每学期均应用MOOC进行混合式教学。沈阳工业大学的分析化学实验和沈阳农业大学的普通化学在学堂在线平台已分别开课4期,获批省级第二批一流线上课程,30个专业应用MOOC进行混合式教学。

(3) 引用MOOC资源自建小规模限制性在线课程(SPOC):以优质MOOC作为源课程建设SPOC,开展混合式教学。沈阳工业大学石油化工学院分析化学课程以中国地质大学分析化学MOOC为源课程,在学校云平台建设SPOC,进行混合式教学,沈阳工业大学环化学院仪器分析课程以北京化工大学仪器分析MOOC为源课程建设SPOC开展混合式教学,上述两门课程分别获批省级第一批和第二批线上线下混合式一流课程。同时本虚拟教研室自建普通化学、物理化学MOOC也被集宁师范学院、太原理工大学、武汉纺织大学等多所院校引用建设SPOC。

(4) 自建SPOC:校际间分享课程资源自建SPOC。沈阳科技学院有机化学课程采用共建课程资源在超星泛雅平台自建SPOC,进行混合式教学,获批省级第一批线上线下混合式一流课程。沈阳工业大学无机及分析化学、有机化学,辽宁石油化工大学无机及分析化学等多校多门课程依托自建SPOC开展课程建设和改革,18门课程获批省级一流课程。

(5) 开放性学习资源共享:自建MOOC依托开放性学习平台实现资源共享。可供高校学生选为辅助学习资源,同时也可多所高校教师和广大社会学习者提供学习参考资源。

3.2.2 协同共享共用线下资源

共建线下资源主要有教材和教学案例。教材的共享共用主要是在合作编写的基础上选用教材,其中《普通化学》已被虚拟教研室4所院校和其他6所院校选用,年用量约800册;《大学化学实验》系列教材已被虚拟教研室5所院校和其他10所院校选用,年用量约2000册。教学案例的共享共用拟通过教学示范课或克隆班观摩课模块进行推进。

通过虚拟教研室协同教研进行更加深入的合作,共建、共享、共用、共管优质资源,努力为地方工科院校人才培养做好基础和依托。

4 虚拟教研活动组织和开展

由虚拟教研室总负责人、各分虚拟教研室负责人和执行秘书全程负责,借助虚拟教研平台教研交流互动模块,利用微信、微信群、腾讯会议、学堂在线等信息交流手段和平台,以线上、线上线下结合、线下等形式开展教研交流活动。教研活动的组织和开展流程见图5。活动频次约每月1-3次。2023春季学期已完成和拟进行的教研活动见表2。

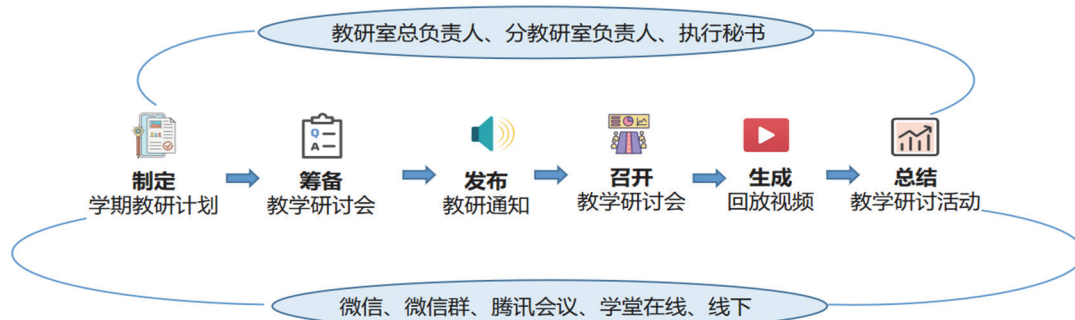


图5 教研活动组织和开展流程图

表2 地方高校化学基础课虚拟教研室协同教研活动列表

时间	活动内容	参与教研人数
2023年1月30日	2022-2023学年第二学期普通高等学校大学生在线学习跨校修读学分申报	37
2023年2月7日	在线开放课程MOOC简介	39
2023年2月7日	化学基础课虚拟教研室教材建设情况通报与研讨	10
2023年2月23日	辽宁高等教育智慧教育平台(酷学辽宁)应用培训	39
2023年3月22日	大鱼俱乐部-启航学堂——数字化背景下课程的“用以促建, 建用结合”	39
2023年4月4日	化学基础课虚拟教研室课程建设教学沙龙系列活动——混合式一流课程的建设和申报	43
2023年4月22日	地方高校化学基础课虚拟教研室教学研讨会	40
2023年4月26日	大鱼俱乐部-启航学堂——基于OBE理念的教学设计与实施	47
2023年5月20-21日	西浦全国大学教学创新大赛决赛赛事分享	25
2023年5月31日	教材建设研讨	
2023年6月13日	化学基础课虚拟教研室课程建设教学沙龙系列活动——线上一流课程的建设和申报	
2023年6月25日	课程思政教学研讨(名师分享——姜文凤)	

5 锻造优质教学团队

(1) 协同教研厚植先进教育理念。虚拟教研室使命之一是引进、借鉴先进有效教学理念、技术和方法, 并渐进式转化。让虚拟教研室作为打通教育理念与教学工作的最后一公里, 保证教育理念落实到教学实践中去。具体来说通过组织教师积极参加信息化教学、思政育人等培训和定期进行协同教研活动, 研究国内外高等教育先进的教育思想、教学理论, 获取、吸纳国内外高等教育教学改革信息, 并能以教学实际需求为中心, 深度聚焦教学改革前沿课题, 对未来专业建设、课程实施、教学内容、教学方法、教学手段、教学评价等进行全方位探索, 以应对教育发展未来之变之需。

(2) 协同参赛高效提升教学能力。积极组织教师参加各级各类教学大赛、教学优秀教师评选, 并积极组织教师指导学生参加各项竞赛和创新创业项目等, 以参与上述各项赛事获奖教师为榜样和引领, 通过分享经验和个性化传帮带一对一、点对点指导, 不断提升师资队伍综合教育教学能力。

(3) 协同教研实现提升规模效应。虚拟教研室持续开展协同教研活动, 通过案例分享、教学示范、讲座沙龙等有组织的培训, 使教师教学能力提升求助有门路、落实有机制、实现有平台。另外通过推进教研项目和教学成果申报, 鼓励教研论文发表等, 将成果固化并宣传推广, 形成促进教学组织创新、教师发展培养、新工科建设质量提升等方面的规模效应, 惠及更多教师。

6 结语

本虚拟教研室聚焦地方高校化学基础课, 定位精准更易协同; 前期课程建设基础好更易引领; 依托虚拟教研平台协同建设更易共享。今后将依托学堂在线虚拟教研平台深入开展教学研讨、协同建课、同步课堂、构建知识图谱等深入协同教研活动, 创建“互联网+教研”新模式, 累积教学成果, 合力“聚小果成大果”, 并扩大推广和应用范围, 切实提升教育教学质量。

参 考 文 献

- [1] 战德臣, 聂兰顺, 唐德凯, 张丽杰. 现代教育技术, 2022, 32 (3), 23.
- [2] 中华人民共和国教育部. 教育部印发《教育部办公厅关于公布首批虚拟教研室建设试点名单的通知》. [2022-02-21]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/s7056/202203/t20220322_609822.html

-
- [3] 祖强, 马贺, 乔宏志. 中国大学教学, **2022**, No. 5, 51.
- [4] 王玉枝, 宦双燕, 张文清, 曹秋娥, 刘晨江, 陈明丽, 吴硕, 聂瑾芳, 林翠英, 帅琴, 等. 大学化学, **2023**, 38 (10), 7.
- [5] 程炯佳, 石翊然, 王小锋, 段海宝. 西部素质教育, **2022**, 8 (24), 145.
- [6] 成焕波, 冯勇, 高成冲, 钱正春. 中国现代教育装备, **2022**, 395, 146.
- [7] 谢劲, 何吉. 现代教育技术, **2022**, 32 (5), 102.