

理论教学

“五位一体”混合式教学模式研究与实践^{*}

——以无机与分析化学课程为例

梁爱萍^{**} 王 月 丁 晶 刘雷雷 张 伟

(烟台大学环境与材料工程学院 山东烟台 264005)

摘要 为解决无机与分析化学课程教学过程中面临的诸多现实问题,实现德育引领、能力培养、知识传授的教育教学目标,以学生的学习需求、学习能力、学习成效为中心,在线上与线下混合式教学的基础上,基于微课和翻转课堂,构建了“线上、线下、理论、实践、思政”有机融合的“五位一体”混合式教学新模式,对该教学模式的研究涵盖教学目标、教学内容、教学活动及学习效果评估等 4 个方面。经过 2 个学期的教学实践,结果表明,该教学模式提高了学生的学习主动性,收到了良好的学习效果。

关键词 无机与分析化学 五位一体 混合式教学模式 微课 翻转课堂

DOI: 10.13884/j.1003-3807hxjy.2020080109

课程教学是体现高等教育以学生发展为中心理念的“最后一公里”,也是落实高校“立德树人”根本任务的具体化^[1]。这就要求高校教师对所教课程进行深入研究探索。互联网时代,学生获取知识的渠道越来越多元化,“互联网+教育”已成为教育新常态,混合式教学模式是课程教学的必由之路。为此,笔者所在的无机与分析化学课程组从 2018—2019 年的秋季学期开始,尝试采用了“线上、线下、理论、实践、思政”有机融合的“五位一体”混合式教学模式,对我院环境科学与工程等 3 个专业学生采用了这一教学模式。

1 “五位一体”混合式教学模式的提出

无机与分析化学是我院环境科学与工程、环保设备工程及材料科学与工程 3 个专业开设的必修基础课程。“教师讲学生听”的单一传统授课模式固然有其自身的优势,却无法解决课程教学过程中面临的如下诸多问题。

问题 1: 理论课内容多而课时少,且理论与实验脱节。无机与分析化学课程包括理论课和实验课 2 部分。而实际教学过程中理论课和实验课却各自作为一门独立课程单独开课。理论课 48 学时,开设在大一第一学期,面临着课时少、教学内容多的矛盾。实验课分成无机化学实验和分析化学实验 2 门课,都为 32 学时,分别开设在大一第一学期和第二学期。理论课与实验课时间安排不同步,理论

课在先,实验课滞后,分析化学实验在理论课结束的第二学期才开设,且实验内容与理论课内容不匹配,理论课与实验课脱节给理论课教学带来了难度。

问题 2: 实践教学内容不能全面展开。无机与分析化学课程应用性强,人们的衣食住行用以及各行各业都离不开化学科学。无机与分析化学的每一个知识点几乎都对应对应着实践案例,理论与实践密不可分。有限的线下课堂教学时间无法涵盖全部知识点对应的实践案例,实践教学内容不能全面展开。

问题 3: 没有考虑学生的学习能力。新生来自全国各地,化学基础及学习能力差异较大,任何不考虑学生个体差异的知识传授方式,都不利于调动学生的学习积极性^[2]。教师若只重视在课堂上如何将知识传授给学生,而忽视学生如何主动学习知识、应用知识及创新知识,那么学生就不能自主构建知识体系,学习质量就得不到提升^[3],只能实现对知识的记忆、理解等低阶目标,应用、分析、评价及创造等高阶目标无法实现^[4]。

问题 4: 立德树人教学目标不能顺利实现。教育与教学相辅相成,教师肩负着教书同时育人的使命。2020 年 5 月,教育部《高等学校课程思政建设指导纲要》要求将课程思政融入课堂教学全过程。无机与分析化学课程各教学环节都蕴含着思政元素,如何在知识传授中全面开展思政教育,实现

^{*} 2019 年烟台大学教学改革研究项目:无机与分析化学混合式教学研究与实践(jyxm2019015);2019 年烟台大学第三批在线课程建设项目:无机与分析化学

^{**} 通信联系人: E-mail: liangaiping68@126.com

立德树人的教学目标,是课程教学中必须面对的问题。

问题 5:没有考虑学生的学习习惯。无机与分析化学课程面对的学生群体是 00 后新生,他们个性鲜明,思维活跃,好奇心强,喜欢观看网络短视频,习惯接受碎片化知识。若教师不考虑学生的学习习惯,不改变教学理念和教学模式,势必引起学生的反感,学习成效降低。

为解决无机与分析化学课程教学中面临的上述问题,实现德育引领、能力培养、知识传授的教育教学目标,笔者在“线上与线下”混合式教学的基础上^[5-7],依据建构主义^[8]和联通主义^[9]学习理论,以学生的“学习需求、学习能力、学习成效”为中心^[10],正确处理好教与学的关系,将“线上、线下、理论、实践、思政”有机融合,构建了“五位一体”混合式教学模式。

2 “五位一体”混合式教学模式研究与实践

无机与分析化学“五位一体”混合式教学模式见图 1。

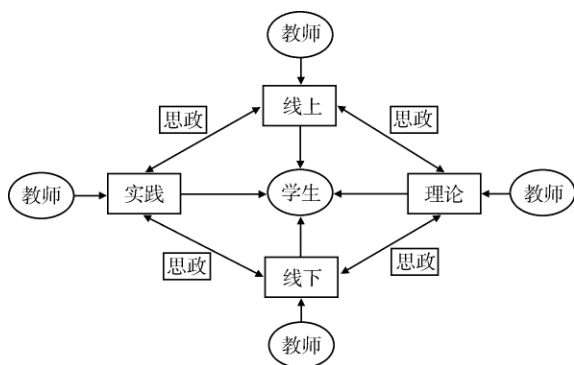


Fig 1 “Five-in-one” blended teaching mode

图 1 “五位一体”混合式教学模式

混合式教学活动的实施离不开信息化技术平台,笔者使用雨课堂、优慕课作为课程网络教学平台,班级微信及 QQ 群作为辅助讨论平台。2015 年底,烟台大学正式引进清华大学教育技术研究所自主设计开发的优慕课在线教育综合平台,用于学校的混合式教学改革。并且,烟台大学的每一个多媒体教室都安装了雨课堂软件,教师只要打开 PPT 中的雨课堂,学生即可通过扫码进入。校园和学生宿舍有全面覆盖并免费的 Wifi,助力网络教学平台的使用。师生通过智能手机或电脑下载雨课堂和优慕课软件,可实现随时随地在线教学及交互讨论。基于微课和翻转课堂^[11-12],从教学内容、教学目标、教学活动及学习效果评估等 4 个方面对无机与分析化学“五位一体”混合式教学模式进行

了研究。

2.1 教学内容

理论:选用浙江大学编著的《无机及分析化学》(第 3 版)作为教材,依据教学大纲,将理论课分成物质结构基础、溶液中的化学平衡、定量分析基础 3 个单元展开教学。编排的教学日历包括线上和线下 2 部分,线下课堂教学 48 学时,线上自主学习 20 学时。将教学内容碎片化,每一个单元分成了若干个知识点,每一个知识点是放在线上学生自主学习还是线下翻转课堂教学都进行了详细优化设计。混合式教学离不开丰富的学习资源,笔者针对每个知识点编制了大量线上线下测试题、思考题、讨论题,以及作业题,制作了预习课件,同时将以以往学生点击不懂率高(难点)、感兴趣(兴趣点)、应用广(重点)及课堂上不呈现的知识点,都录制成了 5~15 min 的微课视频,编制了无机化学实验和分析化学实验手册,录制了微实验操作视频。除此之外,在中国大学 MOOC、学堂在线及智慧树等平台搜集了相关的慕课^[13],作为线上学习资源的补充。不同的学习资源以最佳的方式呈现给学生,以实现最佳学习效果。

思政:是“五位一体”混合式教学模式中其他 4 个方面的衔接点,贯穿于线上、线下、理论、实践教学环节。针对每个知识点及教学环节,充分挖掘其蕴含的思政元素,采取线上课前或课后自主学习和线下课堂教学活动渗透的方式,实现专业课学习与思想政治教育的有机融合,将德育贯穿于教学全过程^[14]。很多化学原理的背后都有一段精彩的发明史,例如:通过介绍提出拉乌尔定律的拉乌尔,提出酸碱质子理论的布朗斯特和劳莱,提出酸碱电子理论的路易斯,提出核外电子排布原则的泡利、洪特、鲍林、斯莱特等科学家的奋斗史,对学生进行理想信念教育,使学生树立远大理想,敢于追求真理,勇攀科学高峰。通过化学平衡的学习,联系到人类赖以生存的生态环境平衡,生态环境平衡与化学平衡一样,当受到人为干扰时也会遭到破坏,需要进行生态环境保护。作为环境科学与工程专业的学生,不但应该具备环境专业的理论知识和能力,而且更应该具有强烈的环保意识,做“绿水青山就是金山银山”的践行者。有效数字的最后一位为可疑数字,可以有 ± 1 个单位的误差;指示剂的用量应适量;滴定达终点时,滴定剂缺少或过量半滴都会产生误差等。通过对这些知识的学习,培养学生严谨的专业素养和实事求是的科学品格。

实践：课程涉及的实践案例分布于所有单元学习中，有生活中的化学知识、与环境污染防治相关的生产实际问题、理论知识对应的实验操作等。在学习电极电势及其应用时，引入水体中污染物的存在形态与水体电极电势有关的案例，例如：为什么近岸水体的水中重金属离子浓度往往较高？绝大部分实践案例放在线上，以问题为牵引让学生自主学习，交互讨论后完成作业。为解决理论课与实验课脱节的问题，在学习理论知识时，将录制的实验视频和知识点微课视频通过网络教学平台一并推送给学生，理论与实验同步进行，便于学生对抽象理论知识的理解，也为后续实验课程的顺利开展打下基础。例如：学习酸碱滴定分析法时，课前学生线上自主观看实验视频和知识点微课视频后，课堂进行滴定曲线绘制、指示剂选择的案例分析翻转课堂教学，学习效果得到显著提升。

2.2 教学目标

教学目标是教师教学和学生学习的指南^[15]，包括课程总目标、单元教学目标以及每次课的学习目标。在制定教学目标时，从知识目标、能力目标和思政目标 3 方面入手，知识目标分为低阶目标和高阶目标。

课程总目标：能够说明、解释无机与分析化学的基本概念、基本原理及基本方法（理解、记忆低阶知识目标）。关注学科前沿，能够将无机与分析

化学知识应用于生产生活实践中去，用于分析、识别、评价生活及环境中出现的复杂问题，并提出解决方案（分析、应用、评价及创新高阶知识目标）。提高学生的自主学习能力、沟通能力、逻辑思维能力、分析问题解决问题能力、批判性思维能力、团队协作能力及创新能力（能力目标）。使学生形成正确的世界观、人生观和价值观，具备良好的职业素养、严谨求实的科学作风和行为习惯，厚植家国情怀，树立生态环境及人类社会可持续发展观（思政目标）。

单元教学目标：以“物质结构基础”教学单元为例。能够解释原子核外电子运动状态的描述方法，说明原子核外电子排布原则与方法，解释核外电子排布与元素周期系及元素性质的关系，说明元素性质的周期性变化规律，解释化学键理论的基本要点（低阶知识目标）。能够分析物质结构与性质的关系，应用化学键理论解释多原子分子的空间构型及性质，阐明化学反应的本质（分析、应用及创新高阶知识目标）。提高学生的逻辑思维能力、批判性思维能力及创新能力（能力目标）。激发学生的学习兴趣，学习科学家勇于探索、敢于质疑的精神，创造新知识，将理论知识应用于社会实践中去，造福于人类（思政目标）。

课堂学习目标：以“多电子原子结构”这堂课为例，见表 1。

表 1 学习目标与学习内容

Table 1 Objectives and contents of learning

学习目标	学习内容
低阶目标：能够说明原子核外电子排布应遵循的 3 条原则及原子性质的周期性变化规律，解释核外电子排布与元素周期系的关系	原子核外电子排布 电子层结构与元素周期系 原子性质的周期性
高阶目标：会书写常见原子核外电子排布式，并指出其处于元素周期表中的位置。能够比较周期系中的原子性质差异，并解释原因。举例说明原子结构与性质的关系，并会应用	
能力目标：提升自主学习能力、团队协作能力及逻辑思维能力	
思政目标：探索微观世界奥秘，志存高远，勇攀科学高峰	

2.3 教学活动

开课第一周，向全体学生发放调查问卷，掌握学生的化学基础、学习习惯、网络自学经历及喜欢的学习方式。分析学情，按照优势互补的原则，将班级学生每 4 人分成一个学习小组，每组指定 1 名组长，1 名记录员，组长负责线上线下研讨及作业互评等活动的组织，记录员负责记录小组成员的学习表现。同时，教师将提前准备好的教学资源上传优慕课网络教学平台。

课前：借助雨课堂，提前一周发布学习公告及

学习任务单，依据知识点的不同，在优慕课平台及雨课堂选择性地推送自制微课视频、慕课视频、实验视频、思政素材、实践素材、测试题、讨论题等学习资料。每次课前推送 3~5 道测试题，1~2 道思考题。测试题数量及难易程度要适中，能起到督促学生自主学习及自我检验作用即可；讨论题可以适当提高难度，为课堂教学活动做准备。师生可以在雨课堂、优慕课、QQ 群、微信群交互讨论，教师及时收集学生课前自学疑难点反馈，设计线下课堂教学活动。

课中：学生利用手机扫描二维码进入雨课堂，通过雨课堂实现翻转课堂混合式教学活动。开课前几分钟以随机提问、发送测试题、弹幕、投稿等形式检验学生对本次课知识点的理解掌握情况。课堂重点围绕知识点的应用、疑难知识点开展翻转课堂教学活动，或组织学生进行分组讨论，或列举实践案例、典型例题启发学生思考，或以问题为牵引进行总结性讲解。教师在讲解时穿插思政元素，实现知识传授与立德树人的无缝衔接。讲解时每间隔 10 min 左右发送 1~2 道小测题，以提高学生的注意力及参与度。每一学习单元结束，教师引导学生分组讨论，完成思维导图^[16]，将单元知识点条理化、系

统化。

课后：通过雨课堂及优慕课平台，学生可以随时查看到自己及班级同学的学习情况；教师下载课堂情况统计表，全面掌握学生的学习数据及行为，收集典型问题，以问题为导向，设计学生的课后学习活动。教师通过优慕课和雨课堂推送知识巩固微课视频、习题、作业题、思政素材及理论联系实践的拓展资料、学科前沿资料，学生通过手机或电脑回放课堂课件，观看微课视频，阅读学习资料，完成作业题和习题。

以“多电子原子结构”为例，说明“五位一体”教学活动设计，见表 2。

表 2 多电子原子结构“五位一体”教学活动设计

Table 2 The teaching activities design of multi electron atomic structure using “five-in-one” teaching mode

教学环节	课前	课中	课后
教师活动	线上：发布学习任务单，推送知识点的微课视频、思政素材（爱因斯坦是如何在原子弹发明之前知道原子核内蕴含巨大能量的？重写元素周期表的可能性如何？）等学习资料，推送 5 道测试题，答疑解惑 线下：掌握学生反馈，分析学生学习行为，设计翻转课堂教学活动	线上：随堂小测，师生互动 线下：实施翻转课堂教学活动：（1）通过以下问题检验学生课前自学状况：多电子原子核外电子排布依据什么原则？简并轨道上的电子如何排布？如何判断某元素处于周期表的位置？原子性质有何周期性变化规律？（2）以列举典型例题的方式对知识点进行归纳总结，思政元素（鲍林与近似能级图、门捷列夫与元素周期表、电负性的概念）和实践案例（我国稀土资源雄踞 3 个世界第一）融于知识点总结之中。（3）发布小组讨论题：某原子最外层仅有 1 个电子，该电子的量子数为： $n=4$ ， $l=0$ ， $m=0$ ， $s_z=+1/2$ ，符合上述条件的元素有哪几种？写出相应元素原子的电子排布式，并指出其在周期表中的位置。（4）讨论题答案展示，归纳总结	线上：推送思政素材（我国物理化学家徐光宪与徐光宪规则，美国化学家鲍林、俄国化学家门捷列夫、科学巨匠泡利和洪特的发明史）、实践拓展资料（我国核能综合利用现状与展望）等学习资料，推送作业题、习题、思考题（谈谈你对本次课推送的学习资料的观后感），收集学生的学习行为数据，辅导答疑 线下：批改作业，分析学生学习行为
学生活动	线上：自主观看知识点微课视频，阅读思政素材，完成测试题，交互讨论，反馈疑难问题 线下：交互讨论	线上：通过雨课堂发送弹幕、投稿、师生互动，完成随堂测试，展示讨论题答案 线下：回答问题，小组讨论，完成讨论题，派代表讲解讨论题答案	线上：继续观看微课视频及手机课件，学习思政素材和实践拓展资料，小组研讨 线下：完成作业、习题和思考题，作业互评，自我评价，参与科技创新实验活动
教学目标	低阶知识目标，思政目标，能力目标	高阶知识目标，思政目标，能力目标	高阶知识目标，思政目标，能力目标
学时分配	12 学时（计划外）	48 学时（计划内）	8 学时（计划外）

2.4 学习效果评估

“五位一体”混合式教学模式以“立德树人”为宗旨，更加注重对学生能力和素质的培养。教师不仅是学生学习的引导者、同行者，更是激活者，当学生的学习主动性被激活后，学习讨论行为会更加积极，整个学习讨论过程更能体现学生能力、素养和学习成效。因此，学生的学习效果评估方法由过去的重期末考试成绩，转变为现在的重学习过程评估^[17]，学习过程占比 60%，期末考试占比 40%。学习过程评估由以下几部分组成：课前线上

自学、互动讨论、小测试可以促进自主学习能力的养成，占比 20%；课中线上小测、互动讨论可以活跃课堂气氛、提高学习注意力，使学生的分析问题解决问题能力、沟通能力及团队协作能力得到提升，占比 20%；课后作业、互动讨论可以增强学生的逻辑思维能力及创新能力，占比 10%。混合式教学实践经验表明，以匿名的方式进行在线讨论和协作，可以减轻学生的恐惧感，提升参与度^[18]。自我评估可以促使学生养成求实守信的高尚品德，同伴之间互评，有助于提高学生自主学习

的兴趣,也有助于学生厘清知识点,及时发现自身存在的问题,养成严谨的科学作风,因此,自我评估占比5%,同伴互评占比5%。这种重视学生学习过程评估的方法,可以克服过去以学生期末考试成绩高低作为主要评估标准的弊端,有利于教师全面客观公正评估学生的学习效果,学生也更加注重自身能力的提升,更加积极主动学习探究知识。通过对2018级环境科学与工程专业的学生进行调查统计发现,无机与分析化学综合学习成绩与参与各种课外科技创新创业竞赛、实验室开放基金、社会实践活动等成正相关,综合学习成绩位居前列的学生,积极上进,都参与过不同的实践及竞赛活动,且思想政治觉悟及综合素质普遍较高。

3 结语

2个学期的“五位一体”混合式教学实践表明,师生互动达到了前所未有的高度,学生学习热情和学习主动性显著提高,提问的学生人次显著增多,提出问题的深度和广度得到了提高。同时,通过雨课堂和优慕课显示的学生学习行为数据和测试成绩发现,每学期都有90%左右的学生能在课前主动学习,并完成小测试。学生问卷调查表明,有80%左右的学生喜欢这种混合式教学模式,希望教师在今后教学过程中继续使用。但是,在教学实践中也发现不足之处,如:部分学生是在上课前一天开始自学,小组讨论时部分学生始终不够积极活跃等。继续完善“五位一体”混合式教学模式,将是今后课程教学中探讨的问题。

参 考 文 献

- [1] 吴岩. 中国大学教学, 2018 (12): 4-9
- [2] 丁伟, 陆靖. 大学化学, 2014 (2): 11-21
- [3] 朱超, 李成涛, 张波, 等. 教育现代化, 2019, 6 (56): 201-202, 207
- [4] 杨翊, 赵婷. 清华大学教育研究, 2018, 39 (5): 54-62
- [5] 冯晓英, 王瑞雪, 吴怡君. 远程教育杂志, 2018 (3): 13-22
- [6] 郭明, 夏琪涵, 周建钟, 等. 化学教育(中英文), 2019, 40 (6): 30-35
- [7] 杜世纯, 傅泽田. 中国高教研究, 2016 (10): 52-55
- [8] 韩莉, 刘萍, 罗漫. 化学教育(中英文), 2020, 41 (4): 26-29
- [9] 李向明, 张成萍, 袁博. 现代教育技术, 2007, 27 (5): 40-45
- [10] 朱桂萍, 于歆杰. 中国大学教学, 2018 (5): 29-32
- [11] 王晓林, 肖信, 罗秀玲. 化学教育(中英文), 2019, 40 (1): 78-81
- [12] 杨凤磊, 沈飞, 王庆洪, 等. 化学教育(中英文), 2019, 40 (4): 24-29
- [13] 慕课学习资源平台网站. <http://icourse163.org>; <http://next.xuetangx.com>; <http://www.zhihuishu.com>
- [14] 谢兆辉, 焦德杰, 王丽燕, 等. 化学教育(中英文), 2020, 41 (14): 71-75
- [15] 姜建文, 王丽珊. 化学教育(中英文), 2020, 41 (5): 37-44
- [16] 魏鑫, 贾颖, 杨金凤. 化学教育(中英文), 2020, 41 (9): 51-56
- [17] 李慧慧, 肖湘平, 吴承春, 等. 化学教育(中英文), 2018, 39 (16): 5-8
- [18] Miyazoe T, Anderson T. Journal of Educational Technology & Society, 2011 (2): 175-187

Research and Practice of “Five-in-One” Blended Teaching Mode for Inorganic and Analytical Chemistry

LIANG Ai-Ping** WANG Yue DING Jing LIU Lei-Lei ZHANG Wei

(School of Environmental and Material Engineering, Yantai University, Yantai 264005, China)

Abstract In order to solve the practical problems in the teaching process of inorganic and analytical chemistry, and realize the objectives of moral education guidance, ability training and knowledge impartment, a new “five-in-one” blended teaching mode combined with online, off-line, theory, practice, curriculum ideology and politics was constructed based on online and off-line blended teaching, micro-lecture and flipped classroom, by focusing on the learning demand, ability and performance of students. Research on this teaching mode mainly covered four aspects, including teaching objectives, content, activities and effectiveness evaluation. After two consecutive semesters of educational practice, results showed that this teaching mode can significantly improve the enthusiasm and initiative of students and generate excellent teaching performance.

Keywords inorganic and analytical chemistry; five-in-one; blended teaching mode; micro-lecture; flipped classroom