

•教学研究与管理•

doi: 10.3866/PKU.DXHX202210018

www.dxhx.pku.edu.cn

“学生为中心+闭环式教学”环境无机及分析化学教学改革与实践

王娜娜*, 孙慧, 宋刚

广州大学环境科学与工程学院, 广州 510006

摘要: 环境无机及分析化学是环境科学专业的学科基础课程。在“新高考”背景下, 大学生化学基础参差不齐, 环境无机及分析化学课程教学面临着极大的挑战。本文提出采用教师主导、学生主体的“学生为中心+闭环式教学”模式, 深挖专业内容与思政德育的内在联系, 设计并实践课程思政教学案例, 以期实现知识传授与价值引领同向同行。

关键词: 课程思政; 无机及分析化学; 闭环式教学; 教学设计; 实践案例

中图分类号: G64; O6

Teaching Reform and Practice of Environmental Inorganic and Analytical Chemistry Based on Student-Centered and Closed-Loop Teaching

Nana Wang*, Hui Sun, Gang Song

School of Environmental Science and Technology, Guangzhou University, Guangzhou 510006, China.

Abstract: Environmental inorganic and analytical chemistry is an important basic course of environmental science. Under the background of “new college entrance examination”, the teaching of environmental inorganic and analytical chemistry is facing great challenges due to the different chemical knowledge reserves of students. This paper proposes the teaching mode of student-centered and closed-loop teaching with teacher-directed and student-oriented, dig the relationship between professional content and ideological moral education, and then design and practice curriculum ideological and political teaching cases, expecting to realize knowledge imparting and value leading in the same direction.

Key Words: Course ideology and politics; Inorganic and analytical chemistry; Closed-loop teaching; Teaching design; Practical cases

2016年12月, 习近平总书记在全国高校思想政治工作会议上强调, 要坚持把立德树人作为中心环节, 把思想政治工作贯穿教育教学全过程, 实现全程育人, 全方位育人^[1]。课堂教学作为思政教育的主渠道, 可有效打造专业理论教育与思想政治教育的同向同行。广州大学“环境无机及分析化学”课程作为学科基础课, 对于推动环境科学省级一流本科专业建设具有重要作用, 在面向新经济建设、打造环境可持续发展、服务地方经济等理念指引下, 逐步凝练出“环保与绿色生态”特色培养方向。2018年高校“新工科”建设进入实施阶段, 开始对专业建设理念、人才培养内容以及创新途径方法进行更新改造^[2]。环境科学专业的环境无机及分析化学课程也逐步开展课程教学改革探索, 坚持以

收稿: 2022-10-10; 录用: 2022-12-11; 网络发表: 2023-03-01

*通讯作者, Email: nnwang@gzhu.edu.cn

基金资助: 广州大学“课程思政”建设项目(示范课程)(教务〔2021〕117号); 广州大学教育教学改革项目(教务〔2022〕41号); 广州市高等教育教学研究和改革项目(2022JXGG059); 广东省本科高校高等教育教学改革项目(粤教高函〔2023〕4号)

学生为中心、专业为导向,培养创新型和应用型人才^[3]。这就要求本课程教学要与时俱进,关注专业新进展与新技术的同时,以解决实际问题为导向,兼顾环境科学的基础性、前沿性和交叉性,做到理论与实践相结合,理论教学和课程思政相融合,让学生建立正确的人生观、价值观和世界观(“三观”),以不断提高“新工科”建设质量。艾根^[4]的深度学习理论提出,将知识内在结构中隐含的价值观与学生的个人经历建立深层关联,充分挖掘知识所凝结的思想要素与道德涵养,可以促进学生正确“三观”的树立。

1 环境无机及分析化学课程思政的现状及其必要性分析

近年来,紧跟高等教育发展的步伐,环境无机及分析化学课程教学利用优质而丰富的教学平台、智慧课堂以及线上资源,融入课程思政,采用过程化考核,逐渐进入教学发展新阶段。然而,广东省“3+1+2”新高考政策的实施,让我们对本门课程教学现状有了新的认识。通过调研发现:(1)入学时2021和2022级大一新生均有高达50%以上未选考化学,化学知识存在缺陷,学习兴趣一般;(2)大一新生处于基础课程学习阶段,且50%以上学生为专业调剂生,对自己专业认知不深刻;(3)任课教师在学时有限的线下课堂中思政痕迹略为明显,时间把控不足,较难实现“德融课堂,润物无声”;(4)环境无机及分析化学课程思政建设存在案例缺乏多角度分析、专业知识学习和价值培养实践相融合的深度和广度不够等问题。此外,本门课程具有基本理论知识多、定律公式庞杂、章节内容独立、基础性强以及内容抽象等特点。上述情况使得学生在课堂上独立思考的空间和参与度受限,从而无法有效提高教学质量。

结合“新工科”“新高考”背景下大一学生的知识结构、认知能力和专业素养等现实学情以及本门课的课程特点,同时响应高等教育改革的新要求,我们以现有课程目标和专业培养目标为基础,重新梳理了环境无机及分析化学“课程思政”的出发点(图1),即通过课程思政提高学生对知识的理解和专业的认识,提出采用教师主导、学生主体的教学模式,以学生的兴趣点和关注点为中心,优化思政元素,深挖专业内容与思政育人的内在联系,对课程思政重新进行构思和设计,力求在实现知识传授和能力培养的同时,增强学生的专业使命感和责任感。沙风等^[5]提出了寻找合理切入点、设计案例逻辑、架构课程思政以及巧用翻转课堂的“课程思政建设四步法”,实践结果表明教学效果显著;曹敏惠等^[6]提倡通过建立师生互信以唤醒学生的本能脑,建构情境案例以打动学生的情感脑,创建同频共振以激活学生的逻辑脑,最终促进教学内容与思政的融合,使课程思政入脑入心。这些探索与实践充分说明有效的课程思政能有效提高教学质量和立德树人成效。基于专业特色和课程特点,我们提出环境无机及分析化学教学实施“学生为中心+闭环式教学”模式,将知识点由

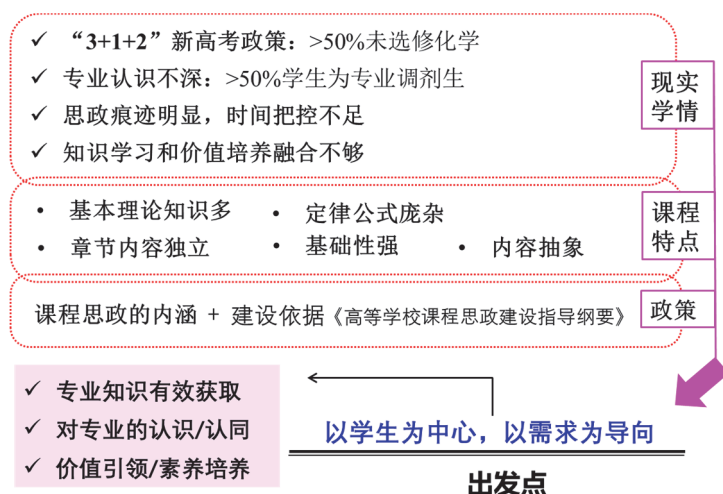


图1 环境无机及分析化学课程思政的出发点

浅入深,逐层推进,再配以契合知识点、贴近日常生活/专业领域的“课程思政”案例,在教师的引导下,从知识的引出到其应用分析,让学生参与整个教学过程,顺滑接受并掌握新知识,实现知识传授和价值引领的融合。

2 环境无机及分析化学课程思政的教学设计与实践

为落实环境学科基础课程对学生知识、能力和素质的培养目标,我们在已建立课程思政元素资源库的基础上,结合学生的实际学情,对环境无机及分析化学教学内容重新进行设计,以顺应学生对新知识的认知规律,更好地培养其专业能力和道德素养。对此,主要从教学内容的调整修改、授课主线的演化推进、教学手法手段的优化以及思政元素素材的选取等几个方面进行重整,以避免知识点混乱无逻辑、思政痕迹明显以及专业知识传授和价值培养实践不够融合。

2.1 融合思政元素的教学活动设计思路

环境无机及分析化学课程教学打乱课本目录章节教学顺序,将教学内容顺序调整为由简单到复杂、从宏观反应讲解过渡到微观过程剖析,专业知识教学整体上采用“BOPPPS法+雨课堂”把控教学流程,以加强对教学质量的提升^[3]。其中,BOPPPS法将课堂教学分为导入(bridge-in, B)、预期目标(objective, O)、前测(pre-assessment, P)、参与式学习(participatory learning, P)、后测(post-test, P)和总结(summary, S)等六个环节。思政育人教学部分则采用“主题教学法+渗透教学法”,即通过将思政元素/案例(渗透教学点)贯穿于教学流程中,来实现课程思政教学目标(主题教学点)。结合当代大学生的情感认知,对于思政素材的选取,我们主要遵循关注中国传统文化而不媚外、贴近学生生活而不枯燥、结合社会热点而不抽象、融合专业知识而不空谈的原则。以思政元素/案例与学生认知体验的关联为出发点,结合社会时事和学科前沿进行分享讨论,深入浅出、由点及面,提高学习兴趣的同时确保课程思政能让学生入脑入心,有效达成课程价值目标。

整个教学过程以学生为中心,包括课前、课中和课后三个环节。每个环节所采用的教学方法和手段,根据讲授知识的特点,巧妙设计思政素材,并找准切入点。通过不同的方式(如引导启发法、案例分析法、类比/反比法、总结归纳法等)推进教学,由浅入深,引导学生自发进入思考和学习状态,将前后知识融会贯通,实现对知识的理解、掌握和应用,同时道德素养也得到潜移默化的提升。对于独立的小节知识点或系统的章节知识点,其课程思政教学活动的三个环节可具体化为“导入-讲授-总结-拓展”四个阶段或“预习-导入-讲授-总结-拓展”五个阶段。具体而言,首先,通过悬念启发法、案例分析法、视频演示法等教学形式引入新知识点,由此展开重难点讲解。在这几个教学阶段,引入实例分析以增强学生对理论知识的应用,并适时融入思政元素,提高知识传授成效的同时,实现对学生的价值引领。最后,布置讨论专题,利用实验课教学,协助完成该课题任务,同时考查学生运用理论知识解决实际问题的能力,以此形成以学生为中心的闭环式教学。整个教学活动设计思路如表1所示。

2.2 课程思政教学案例

案例一:以沉淀溶解平衡中分步沉淀这一小节知识点讲解为例,主要教学过程具体如图2所示。

(1) 问题导入,引发思考。新课伊始,给学生描述一则实验现象:向含有 I^- 、 Br^- 和 Cl^- 的溶液中不断滴加 $AgNO_3$ 溶液时,刚开始只看到黄色沉淀,随后看到淡黄色沉淀,最后看到白色沉淀。随后向学生提出问题:该现象产生的原因是什么?由此激发学生学习兴趣,培养其辩证看问题、勤于思考的习惯。

(2) 在讲授阶段,首先,根据学生的回答,提示其运用溶度积常数分析,引出分步沉淀等基本概念,并由此进一步分析沉淀分步产生的条件和过程。鼓励学生要学会通过现象看本质。其次,基于所讲理论,引入案例分析,加强学生对知识点的理解与应用,培养其分析问题的能力。课堂上,向学生展示具体案例,如工业废水中含 $1.0\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{ Co}^{2+}$ 和少量 Fe^{3+} 杂质,应如何控制溶液pH实现除 Fe^{3+} 目的?让学生明白理论指导实际生产,并建立资源回收的环境可持续发展理念。

表1 环境无机及分析化学课程思政教学设计思路

章节	授课要点	思政设计融入点	教学形式	预期成效
物质的聚集状态	分散系	以有色玻璃、云雾、珍珠、汽水等为例介绍分散系的特性	案例教学	培养学生透过现象看本质的能力
	理想气体状态方程	高山病——低气压生理效应	新闻媒介	培养学生的思辨精神
	稀溶液的通性	以淡水鱼在海水中会死亡, 人体发烧时要静脉注射生理盐水和葡萄糖溶液为例, 讲解溶液的依数性	举例说明	培养学生学以致用、相信科学的素养
定量分析基础	检验数据合理性方法及置信度、置信区间	通过核酸假阴性与假阳性问题、社会主义的目标是实现共同富裕等, 强调数据处理的规范性	新闻媒介	培养学生尊重科学、正确认识科技理论和生命伦理
	有效数字运算	利用中国500 m口径球面射电望远镜(天眼FAST)的安装要求, 引申出数字的有效性	案例教学 讨论式教学	培养学生严谨细微、精益求精的治学精神
酸碱平衡与酸碱滴定	酸碱的定义	酸和碱的认识从味觉识别到阿累乌尼思酸碱质子理论	案例教学	培养学生怀疑精神和批判性思维
	缓冲溶液	人体血液pH维持恒定的原因	探究式教学	培养学生全局意识和分析处理问题的能力
	弱酸/碱盐的水解	侯氏制碱法对于由“中国制造”到“中国创造”的意义	启发式教学	增强学生家国情怀、使命担当
	弱酸/碱解离平衡计算	通过薛定谔方程的建立过程, 引申弱酸碱解离平衡计算	启发式教学	培养学生归纳演绎的辩证思维能力
沉淀溶解平衡与沉淀滴定	溶度积常数	通过钡餐案例介绍溶度积常数的重要性	举例说明	培养学生尊重科学
	溶度积原理	三聚氰胺毒奶粉、“瘦肉精”事件的本质	案例教学	增强学生食品安全意识、职业道德和社会责任感
	沉淀的溶解和转化	以湖南“镉大米”、云南曲靖铬渣中重金属定量分析为例, 介绍沉淀溶解平衡的分析应用	案例教学	培养学生保护自然环境的责任感
氧化还原平衡与氧化还原滴定	氧化还原反应和原电池	家用电动车充电起火爆炸的本质原因, 新能源汽车行业的崛起和发展故事	案例教学	培养学生透过现象看本质的能力
	氧化剂和还原剂相对强弱关系	夏冬季昼夜长短关系类比氧化剂和还原剂的关系	讨论式教学	通过物质性质的两面性, 学会在逆境中积极乐观地解决问题
	影响电极电势的因素	石墨烯在化学电池中存在应用局限性的主要原因	探究式教学	激发学生的创新精神, 激励学生为建设创新型国家做出奉献
配位化合物与配位滴定	配合物的基本概念	Werner的“配位键理论”获得1913年诺贝尔化学奖的故事	案例教学	培养学生的怀疑精神和问题意识, 塑造科学的思维模式

(待续)

(续表1)

章节	授课要点	思政设计融入点	教学形式	预期成效
配位化合物与 配位滴定	配位化合物的特点	影片《我不是药神》中慢粒白血病 正版和仿制版抗癌药的故事；青霉 素、青蒿素的发现	新闻媒介	增强学生职业道德和社会 责任感
	配位反应	EDTA的化学特性，导致其应用广 泛	启发式教学	掌握事物之间普遍联系的 哲学观点
化学反应的 一般原理	化学剂量反应	利用低碳经济、碳中和、碳达峰的 理念，引入化学反应的计量原理	举例说明	培养学生职业素养，责任 担当
	热力学定律	第一次、第二工业革命历史	案例教学	培养学生敏于观察和勤于 实践的科研素养
物质的结构基础	化学反应速率	以发生有效碰撞的条件类比异性之 间的恋爱	启发式教学	鼓励学生树立健全的人格 和正确的人生观、价值观
	核外电子运动状态	道尔顿事迹、核外电子运动模型的 原始想法和不断完善的历史过程	引导式教学	鼓励学生热爱科学、努力 奋斗
	电子排布的两原理一规则	徐光宪先生以国家战略需求为导 向，数次改变研究领域的故事	案例教学	培养家国情怀，弘扬科学 报国
	原子结构	索尔维会议哥本哈根学派与其反对 派之间的学术争议事件	启发式教学	培养学生的怀疑精神和问 题意识，塑造科学的思维 模式
	化学键理论	C ₆₀ 的发现和制备过程	案例教学	增强学生团队意识
	元素周期律	门捷列夫与元素周期表的故事、曹 原发现石墨烯超导现象、华为顽强 应对美国贸易制裁事件	案例教学 新闻媒介	培养学生追求真理、勇攀高 峰的科学素养以及严谨细 微、务实求真的治学精神

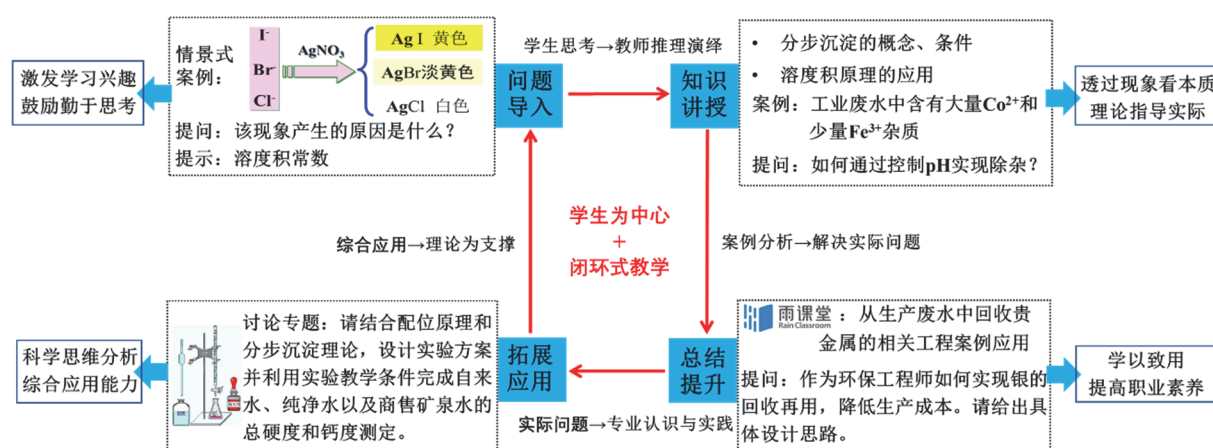


图2 “沉淀溶解平衡——分步沉淀”教学实践案例

(3) 总结提升，启发思维。总结知识点，强调知识理解的关键点，并利用雨课堂推送从生产废水中回收贵金属的相关工程案例题。在完成该作业的过程中，重点引导学生思考，提高其将知识运用于生活实践的能力，领悟学以致用是学习的最终目的。

(4) 知识拓展，实际应用。为了提高学生对理论知识的综合运用能力，课后布置讨论专题：请结合配位原理和分步沉淀理论，设计实验方案并利用实验教学条件完成自来水、纯净水以及商售矿泉

水的总硬度和钙度测定。

案例二：以“氧化还原平衡”章节为例，具体授课过程展示见图3。



图3 “氧化还原平衡”教学实践案例

(1) 课前预习。通过介绍镶有不锈钢牙齿和黄金牙齿的格林太太头疼就医的故事，引导学生了解氧化还原反应和原电池。要求学生在预习过程中通过查阅文献、视频、报道等，分析氧化还原反应和原电池在日常生活生产中的应用，做成简单课件通过雨课堂提交给老师。让学生明白科学与技术相互促进、科技为生活服务。

(2) 新课导入。首先创设情境，提出“干电池用久了会变软甚至漏液”的生活现象，通过提出问题——干电池是如何产生电流的，引导学生运用已有知识回答，同时导入要讲授的新内容。这种导入方式能够激发学生的学习兴趣，认识到日常生活中蕴含着丰富的科学真理。

(3) 新课讲授。在原电池的特点和组成、电极电势的影响因素和应用的讲解过程中，从基本概念的铺垫过渡到重点知识的剖析，由浅入深，突出重点。教学活动采用提出问题、推导演绎、得出结论的形式，有效锻炼学生的思辨能力，并体现“以学生为中心”的教学理念。在讲授过程中，教师解答课前问题，并选择预习作业中有代表性的学生汇报进行总结引导。例如，学生提到原电池理论在新能源汽车动力电池开发中的应用、我国首创以铝-空气-海水电池为能源的新型海水标志灯的成功研发等，启示学生“知识是创新原动力”，让其认识到目前“碳达峰、碳中和”战略背景下，无机化学在环境可持续发展中的重要地位，感受到理论学习的重要性，同时增强使命感和责任感。

(4) 结课总结。通过章节内容学习，学生能够正确书写电池符号，推演影响因素变化下电极电势的变化过程，判断氧化还原反应的方向和限度等。布置课后作业——画出本章内容的思维导图，并分析氧化还原反应在环境领域的应用，比如环境监测方面。加强学生逻辑思维和分析归纳能力的同时，考查其运用学科思维分析和解决问题的能力，并提高其对专业的认识。

(5) 课后拓展。根据学生课后作业所给出的氧化还原反应在环境领域应用的代表性分析，选取

讨论主题: 1) 在学生所用美白类护肤品中选择几种美白类产品, 定量分析其中的铅含量; 2) 采集校园外公路边土壤, 分析铅含量, 明确汽车尾气对土壤铅污染的影响, 以校园内未污染土壤为对照组; 3) 采集校园外公路绿化带中灌木和乔木的树叶, 分析其中的铅含量, 明确该绿植对铅的富集程度, 并选取校园内同样绿植作为对照组。通过雨课堂发布讨论专题, 要求学生以小组为单位, 结合氧化还原反应对沉淀溶解的作用原理, 借助教学实验室和教师专题实验室完成主题讨论。诸如此类案例设计与日常生活、专业特点息息相关, 一方面可引导学生善于发现问题, 知识反哺生活; 另一方面鼓励学生勤于理论联系实际, 学以致用, 加强专业认识。

2.3 课程思政考核与评价

《高等学校课程思政建设指导纲要》指出, 人才培养效果是课程思政建设评价的首要标准。因此, 当前课程思政教学评价的重心多在于学生的专业知识、实践能力、情感态度以及“三观”等方面, 强调学生综合能力发展情况, 注重定性评价和定量评价相结合, 凸显评价的发展性和综合性^[7]。环境无机及分析化学课程思政考核与评价除了常规课前预习、课中表现和课后作业完成度等角度外, 开始尝试在期末试卷融入思政, 强化考核环节育人功能, 即在考试试卷中包含有思政内容的情景化试题(图3)。试题内容除了关注日常生活常识, 还可从社会热点事件(如美国制裁华为芯片事件、俄乌战争所引发的全球能源危机、核酸假阴性和假阳性问题等)和科学家科研故事(如侯氏制碱法、袁隆平院士“海水稻”的成功种植、青霉素和青蒿素的发现等)中寻找与课程内容高度契合的元素, 体现思政性的同时强调科学性。这种形式既可以考查学生对基础理论知识的掌握情况, 让其了解无机化学知识在环境领域的应用, 同时认识到知识对于科技创新、经济发展以及环境保护的重要作用, 无形中帮助其建立良好的人文素养。此外, 这类题型具有故事性和新闻性, 相对于传统的简答题和计算题而言, 较为新颖, 学生易于接受, 能实现科学知识传授和个人品质塑造的“双赢”。

此外, 课程思政的考核与评价还应多及时总结学情, 表彰与鼓励并进。任课教师认真对待学生的课后作业, 并对之进行整体评价, 尊重并重视学生的成果, 赢得相互信任和尊重。同时, 每个月进行课堂表现总结, 落后者给予提醒, 优秀者颁发电子奖状, 营造良好学习氛围, 是鼓励也是鞭策(图4)。通过这种形式告诫学生, 凡事认真对待, 总会获得回报。



图4 课程期末考试简答题和平时表现奖励

3 环境无机及分析化学课程思政教学反思

3.1 教学成效

本文所进行的环境无机及分析化学教学改革已在2021级环境科学专业本科生课程教学中进行了初次实践,整体反馈比较满意,教学效果良好。首先,学生对课程的兴趣度提高。问卷调查结果表明,课程学习伊始超过85%的学生自认为化学基础差且对化学兴趣度一般或不感兴趣,而课程结束后,有28.9%学生直接表示“激发了我对无机化学的学习兴趣和学习动力”、“我发现了重新拾起化学的一道门”等。同时,学生主体地位和参与度也得到提升。尽管教师主控整个教学进度,但在案例分析和讨论阶段,强化了学生的主体地位,着重锻炼其独立思考和自主分析的能力。81.6%的学生明确认为现有教学模式突出了他们在课堂上的重要性,他们的课堂状态也不再是刚开始的“一脸茫然”而是积极参与课堂互动与讨论,并评价“娜娜老师课堂上注重细致教学,与学生有较多的互动,同学们上课热情,课堂气氛活跃”。

其次,教学过程注重挖掘知识的深度和广度。73.8%的学生反馈“上课内容详细,教授书中内容之外不忘拓展其他内容”、“课堂内容深入,重点突出,难点渗透,难易结合,课堂上能够学习到很多新的知识”,更有7.9%的学生希望能更多引入案例分析和讨论,以进一步加强其对知识的理解与应用。

再者,学生开始关注自身发展。在课堂理论教学过程中,教师结合理论知识点介绍学院教师相关研究领域以及本科科技竞赛获奖案例,鼓励学生多尝试。学期末调查发现,50%以上学生或报名参加各种本科生科技竞赛,或加入老师专题实验室参与科研项目研究,希望在此过程中能进一步巩固专业知识,同时体味学以致用之乐。

3.2 教学改进

本次教学实践虽然得到学生的良好接受度,仍存在问题需要在今后的教学实践中进一步加强。例如,如何调动更多学生的参与意识,加强问题讨论参与度和学习效率的提升;如何引导学生通过观察生活、发现问题,继续巩固课堂专业知识,深入思索、自主探究。另一方面,“利器才能善事”,任课教师要紧跟时代潮流,积极掌握教学相关的新技术、新方法。更重要的是,要善于将有形的思政育人目标转换为无形的具体教学过程,将无形的教学内容设计转换为有形的教学经验总结,不断提升自我,使课程思政充分落实到教学活动中,让学生收益更甚。

4 结语

大一学生正处于开启专业认识和树立正确“三观”的关键时期,环境无机及分析化学课程思政教学改革对于夯实其专业基础、提升其综合能力具有重要意义。本文提出了在“新高考”背景下,面向环境科学专业新工科建设过程中,专业基础课环境无机及分析化学的课程思政教学设计思路和实践案例探索。要想实现高校三全育人的教学改革和立德树人的根本任务,课程思政建设要加强课堂融入,甚至深入课堂之髓。同时,广大任课教师要不断提升自我“思政”能力,将课程思政视为一门学问,持之以恒地探索和实践,拓展专业课程的理论教学之深度和思政育人之温度。

参 考 文 献

- [1] 习近平在全国高校思想政治工作会议上的讲话. [2022-08-16]. http://www.xinhuanet.com/politics/2016-12/08/c_1120083340.htm
- [2] 顾佩华. 高等工程教育研究, 2017, No. 6, 1.
- [3] 王娜娜, 孙慧, 宋刚. 大学化学, 2022, 37 (4), 2109011.
- [4] Egan, K. *Alta. J. Educ. Res.* 2013, 59 (4), 705.
- [5] 沙风, 伍新燕, 杜仕菊, 蔡良珍, 张文清. 大学化学, 2021, 36 (3), 2011005.
- [6] 曹敏惠, 徐胜臻, 李雪刚, 马济美, 张青叶. 大学化学, 2021, 36 (3), 2002075.
- [7] 陆道坤. 思想理论教育, 2021, No. 3, 25.