

大学基础化学课程思政教育构建策略探索 ——以有机化学为例

彭进松, 赵公元, 周志强, 李雪, 陈春霞*, 李斌

东北林业大学化学化工与资源利用学院, 哈尔滨 150040

摘要: 将思想政治工作贯穿教育教学全过程是新时代高等教育的重要任务之一, 课程思政是推进高校思想政治工作的一项重要改革举措。大学基础课程蕴含着丰富的思想政治教育元素, 充分发挥其承载的思想政治教育功能具有重要的时代意义。本文以有机化学为例, 探索大学基础课程思想政治教育的构建策略。结合专业特点和课程性质, 分析了有机化学课程思政建设的必要性、可行性及其现状, 进行了课程思政建设实践, 取得了一定的成效, 为其他大学基础课程思政教育的构建提供一定的参考借鉴。

关键词: 课程思政; 基础课程; 有机化学; 构建策略

中图分类号: G642; O6

Research on the Construction Strategy of Ideological and Political Education in College Basic Chemistry Courses with Organic Chemistry as an Example

Jinsong Peng, Gongyuan Zhao, Zhiqiang Zhou, Xue Li, Chunxia Chen *, Bin Li

College of Chemistry, Chemical Engineering and Resource Utilization, Northeast Forestry University, Harbin 150040, China.

Abstract: In the new era, it is one of the important tasks of higher education to carry out ideological and political work throughout the whole process of education and teaching, and curriculum ideology and politics is an important reform initiative to promote ideological and political work in universities. University basic courses contain rich ideological and political education elements, which are of great significance to give a full play to its related educational function. This paper takes organic chemistry as an example to explore the construction strategy of ideological and political education in basic courses, by combining with the professional characteristics and course nature. We analyzed the necessity, feasibility and current situation of the course's construction, and carried out the preliminary construction and practice of ideological and political education. Good results have been achieved and this practice may provide a useful reference for the construction of ideological education of other related basic courses.

Key Words: Course ideology and politics; Basic course; Organic chemistry; Construction strategy

育人之本, 在于立德铸魂。在新时代背景下, 思想政治教育已成为教育工作中的重点和难点, 习近平总书记在全国高校思想政治工作会议中指出: “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”^[1,2], 并且高校教师要始终遵循“所有课堂

收稿: 2021-12-27; 录用: 2022-03-03; 网络发表: 2022-04-26

*通讯作者, Email: ccx1759@163.com

基金资助: 东北林业大学教学改革项目(DGY2020-04); 黑龙江省高等教育教学改革研究项目(“课程思政”视域下新农科基础化学课程教学改革与实践); 教育部新农科研究与改革实践项目(新农科基础化学课程体系与新形态教材建设); 中国高等教育学会“理科教育研究”专题课题(21LKD02)

都有育人功能,所有教师都有育人职责”的要求^[3,4],深入挖掘理论课程中的德育元素,将无私奉献的爱国主义精神、精益求精的科研精神、锲而不舍的探索精神等思想政治元素潜移默化地融入到课堂教学中,使知识育人和思政育人有机结合、协调共振,将学生培养成“有理想、有本领、有担当”的人才^[5,6]。

大学基础化学课程具有涉及专业广、学生人数多、课时较长、思政元素丰富等特点,这正是“思政育人”的理想阵地。而有机化学就是其中的典型代表,它是联系材料化学和生命科学的桥梁和纽带,并与诸多学科相互渗透,也是化学化工、生物制药、材料工程、林业园艺、环境工程等专业的必修课程,在基础课程中占有重要地位。因此,本文以有机化学为例,结合专业特点和课程性质进行了课程思政建设,分析了课程思政的必要性和可行性,介绍了有机化学课程思政的现状,探讨了思政元素在有机化学课程中的融入途径,以为同类课程的思政建设提供参考。

1 课程思政的必要性与可行性分析

新时期的思想政治教育被赋予了新的使命。在单纯依靠思想政治课的情况下,存在教育力度不够、教育深度欠缺、教育内容不全面、教育效果不理想等现象。因此,教育教学工作也要以课程思政为依托,将思政元素有效地浸润到各类课程教学中,使课程思政与专业教学形成互补、有效结合,共同前进,从而实现“三全”育人的目标^[7]。把课程思政纳入思想政治教育体系,是专业知识传授与思想政治教育的有机统一,是立德树人的有效途径,也是今后人才培养的核心任务。通过课程思政不但可以塑造学生的灵魂与品格,也能帮助当代学生树立正确的世界观、民族观、历史观、文化观,实现思政育人的终极目标,这也正体现了课程思政的重要性和必要性。而且理工课程的思政教育具有自身独特的优势,思政元素不仅仅体现在知识本身,更在于思政者的联想与挖掘的过程,通过理工课程思政点的总结,那些家国情怀、责任担当、努力奉献等事迹更容易打动人心。将课程思政应用于有机化学学科不但具有可行性,更具有得天独厚的优势。首先,有机化学课程的开课面广,进行课程思政受益学生多,有机化学在本校化工、化学、应用化学、材料、动物保护、木材科学、生态等多个专业开设,每届学生多达上千人。因此,在该课程中进行课程思政建设将会使更多的学生受益。其次,本课程开设的时间较早,对于重塑大学新生的三观具有极其重要的地位。第三,专业课教师和学生接触时间久,对学生的影响深,专业课教师不但会教授学生有机化学理论课程,还会继续参与有机化学实验、大学生创新项目和毕业设计等环节,随着师生之间熟悉程度的加深,学生对本门课程的接纳程度也会越高,正所谓“亲其师,信其道”。第四,有机化学课程中不仅蕴含着丰富的专业知识,更有着丰富的思政元素,通过挖掘课本中的思政元素,让晦涩难懂的概念具体化,使专业知识与思政元素更易融合,不仅有利于学生知识水平的提升,更有利于道德水平和思想境界的提升,充分发挥了课程的隐性教育优势。因此,有机化学学科表现出了科学性、知识性和思想性的高度统一,在构建全员、全程、全课程的“大思政”教育体系的背景下,将课程思政应用于有机化学学科不但具有可行性,更具有得天独厚的优势和切实的必要性。

2 有机化学课程思政的现状和不足

有机化学是化学学科中极为重要的一个分支,也是化学、化工、材料、生物、医药等化学近源专业开设的一门基础课程。通过有机化学的学习不仅能促进学生对于化学基础知识理论的理解,也能培养学生分析问题、解决问题的能力。因此,有机化学课程的内容对于本科生的培育工作是非常重要的,而将思政元素引入到有机化学课程教学中,使学生在学有机化学知识、锻炼实验技能的同时,也接受到了思想政治教育,真正做到了既育智又育心,促进了学生的全面发展,达到了全方位育人的目的。

但目前课程思政的成果却不尽如人意,具体表现在以下几个方面。首先,个别教师对于课程思政的重要性认识不足。他们虽然有课程思政的意识,但在教学过程中只停留在客观不排斥的阶段,

缺乏主观能动性。而且,随着高校教师年轻化的潮流,专业课教师的身份转换较慢,教学经验不足,思政意识仅仅局限于大学期间相关思政课程教育,缺少系统全面的思政理论培训,缺少挖掘思政元素意识。第二,由于教育评价体系的改革,专业培养方案中,课堂教学学时一再压缩,教学任务重,在有限的课堂时间内,教师的思政内容没有时间充分展开。第三,专业任课教师长期从事教学和科研相关的工作,对于思想政治的知识储备和学习能力比较欠缺,而且其整合专业知识与思政元素的能力不足,在短期内推广速度缓慢,导致思想政治教育陷入停滞状态,教育效果不尽如人意。第四,思想政治教育一体化,并不是简单加入几个单一的知识点,而是需要重新设计课程内容、教学方法和评价体系等,这无疑大大增加了授课教师的工作量和负担,导致个别教师对课程思政兴趣较低。由此可见,现阶段有机化学专业课程的“课程思政”研究不够深入,课程的思政建设还存在诸多困难与不足,这不仅会影响专业课本身的完整性与连贯性,甚至还会使学生对专业课程学习产生抵触心理。针对此问题,很多化学教育者对有机化学的课程思政问题进行了研究。例如,王朝霞等人^[8]对“有机化学”课程中的思政教育策略进行了研究并提出:要帮当代大学生树立牢固的社会主义核心价值观,努力将学生培养成为品德高尚、素质过硬的复合型人才,真正实现立德树人。而有机化学实验作为“有机化学”课程的重要组成部分,也有教育工作者对其进行了课程思政研究,严永新等人^[9]研究了有机化学实验中的思政教育,他指出:化学实验相比于理论课程,思政元素更加丰富,更有利于开展教学。由此可见,无论是理论课程还是实验课程,都为课程思政提供了有效载体,在有机化学课程中实施思政教学,对提高学生的社会责任感、民族自豪感都有着举足轻重的作用。

3 有机化学课程思政的建设策略

3.1 提升教师的思政意识和思政能力

长期以来,高等院校的思想政治理论课程是当代大学生思想政治教育的主要渠道。一些专业课教师认为,学生的德育主要是思想政治教师的工作,然而教师作为全面推进课程思想政治建设的关键,必须提升其育人意识,强化其育人能力。“教师是人类灵魂的工程师,承担着神圣使命”这是习总书记在全国高校思政会议上对高校教师作出的高度评价,教师的思想意识高度对于课程思政建设具有重要意义。“师者,所以传道授业解惑也”,作为传道者,首先自己要明道和信道。高校教师作为教育者首先要受教育,提升自己的思想境界,完善自己的人生观、世界观、价值观,然后做好先进文化的传播者,更好地担负起引导学生健康成长的责任。其次,高校教师要认识到课程思政的重要性,加强思政教育能力的学习,在持续提升思政课程质量的基础上,每门课都要开展“守好一段渠、种好责任田”活动。除教师自身加强学习以外,学校层面也应做好教师的思政教育工作,为提高专业教师的课程思政建设能力,学校可以聘请专家教授开展课程思政建设专题培训。而且学校应该开展“课程思政”教改研究项目的专项建设,评选优秀课程思政示范课,不断调动专业课教师的积极性,营造良好的学习氛围。除此以外,马克思主义学院也应该与其他学院积极结对,展开合作,建立“思政教育合作基地”,为各学院解读相关的思政教育政策,加强专业课教师与思政教师的沟通与联系,从多方面、多层次提升专业课教师的政治素养。

3.2 明确教育目标,积极挖掘课程思政内容

教育的最终目的是育人。因此,高等教育的目标不仅在于传授知识和培养能力,更在于塑造学生的灵魂与品格。根据有机化学课程的知识内容,对其中的思想政治元素进行了充分的挖掘,在授课的同时,与专业课的知识进行有机结合,加深学生的理解。有机化学课程主要包括有机化合物的结构与性质(绪论)、烷烃、烯烃、炔烃和二烯烃、卤代烃、芳香烃、立体化学、醇酚醚、醛酮、羧酸及其衍生物、含氮化合物、杂环化合物、脂类化合物等章节。根据具体的授课内容,结合思政融入点,实现课程思政的教学目标,表1给出了有机化学课程思政建设的设计。

表1 有机化学课程思政建设设计

授课章节及 知识要点	思政教育融入点设计	教学方法	思政育人目标
有机化学发展史	1. 化学史部分, 中国的酒文化、茶文化、醋文化具有悠久的历史, 凝结着古代中国人民的勇敢和智慧, 需要年轻人继承和发扬 2. 介绍有机化学的发展史, 以“维勒意外地发现有机尿素”为例, 讲述他面对主流学说并不盲从, 而是潜心研究, 不断努力, 最终推翻了“生命力论”学说, 开创了有机化学人工合成的新纪元	故事说理	1. 激发学生的爱国主义情怀, 增强民族自豪感, 树立文化自信 2. 激发学生的学习兴趣和热情
烷烃	1. 通过有机化合物的命名规则, 讲解伯、仲、叔、季碳原子定义 2. 通过日本和韩国之间的“丙烯酸系压敏胶”事件, 说明利用高端精细化工产品打击对手已经成为大国博弈的常规手段	故事说理, 案例分析	1. 引导学生生活中尊老爱幼, 弘扬中国的传统文化 2. 让学生了解精细化工产品, 懂得高端精细化工产品对经济发展和人民生活的重要性, 帮助学生树立正确的专业观, 增强学生的忧患意识, 同时激发学生的学习热情和爱国情怀
不饱和烃	以合成橡胶为例, 说明任何一种材料的发明和改良都是漫长而艰难的过程	故事说理	使学生端正科学研究的态度, 弘扬科学精神和工匠精神
立体化学	介绍“反应停(沙立度胺)”事件: 在没有足够临床研究的情况下, 药厂就将反应停推向市场, 造成了12000名婴儿患有“海豹肢畸形”的惨剧	案例分析	通过这一事件让学生知道一种新药从研发到推向市场需要一个严谨的过程, 不能急功近利。以此, 将社会责任感与职业道德根植于学生内心深处, 引导其形成正确、积极向上的价值观念
芳香烃	以“苯的加成反应”为例, 讲解上一代杀虫剂六氯环苯(简称六六六)对环境的污染, 用习总书记的新时代生态文明建设金句“绿水青山就是金山银山”升华主题	画龙点睛, 金句嵌入	让学生在心中植入践行绿色可持续发展思想理论
卤代烃	通过介绍维克多格林尼亚自小顽劣不堪, 不学无术, 在20岁时才幡然醒悟, 通过自身不断努力, 在30岁时发明了“格氏试剂”并获得了诺贝尔化学奖, 对人类科学事业做出了巨大的贡献	故事说理	让学生明白“浪子回头金不换”的道理, 鼓励学生任何时间努力都不晚, 只要有付出就会有回报
醇、酚、醚	1. 以“硝酸甘油”为例, 讲解丙三醇(俗称甘油)与硝酸的酯化反应, 同时介绍硝酸甘油是治疗心绞痛的特效药, 同时也是一种烈性炸药。使学生明白应当利用科学好的一面造福人类, 抑制其不利的一面, 避免对人类和环境造成危害 2. 介绍莫顿使用乙醚作为麻醉剂的故事, 使学生树立为人民服务的远大理想	故事说理, 案例分析	科学发现是双刃剑, 是否能造福人类关键在于掌握这一技术的人或社会集团, 从而帮助学生明辨是非, 辩证地看待问题, 帮助学生形成正确的世界观、人生观与价值观, 将来更好地服务社会
醛、酮、醌	香茅醛可以作为中间体合成青蒿素, 介绍屠呦呦因开创性地从中草药中分离出青蒿素应用于疟疾治疗而获得2015年诺贝尔生理学或医学奖	案例分析	帮助学生提高民族自豪感, 增强文化自信; 倡导科学家埋头苦干、锲而不舍的科研态度和潜心钻研、淡泊名利的科学精神

(待续)

(续表1)

授课章节及 知识要点	思政教育融入点设计	教学方法	思政育人目标
羧酸和羧酸衍生物	以“化学界的魔鬼天使——费利克斯·霍夫曼”为例，介绍药物史上的常青树阿司匹林(乙酰水杨酸)和海洛因(乙酰二吗啡)的研发过程	案例分析	帮助学生树立敢于探索、不畏艰难、锲而不舍的科学观念，并学会用辩证的思维看待问题
含氮化合物	1. 以“苏丹红”“血燕”三聚氰胺奶等近些年备受关注的食品安全问题为例，讲解违规食品添加剂的危害 2. 以“太湖的蓝藻大爆发”事件为例，为学生介绍水质“富营养化”的危害	案例分析	1. 明确化学工作者的职业道德，培养社会责任感，引导学生树立正确的人生观和价值观 2. 以此使“绿色化学”的思想深入每个“化学人”的内心，培养学生的环保意识，提高学生的专业素养
杂环化合物	1. 介绍治疗心脑血管疾病的吡啶类化合物的相关研究进展，引导学生形成推动科研进步的远大志向 2. 从阿司匹林到海洛因，都是乙酰化反应，但底物不同，结果就大相径庭 3. 介绍我国制药工程的发展现状以及蔡顺养、许文思等制药专家所取得的成就，让学生了解科学家的辛苦执着与付出，让学生知道要让中国制药赶上世界先进水平，需要几代中国人的持续努力	案例分析	1. 科学发展是把双刃剑，科学研究要具体问题具体分析，辩证地看待问题。帮助学生明辨是非，形成正确的“三观” 2. 培养学生对课程的学习兴趣和科学精神及人格品质，增强学生利用专业知识服务社会的期望，引导学生树立正确的世界观和人生观
生物碱	以吗啡、冰毒、海洛因等毒品为例，让大家认识毒品的种类、结构、危害、伪装形式、上瘾机制等，告诫学生远离毒品，珍爱生命	故事说理	让学生理解毒品的危害，告诫学生远离毒品，建立良好的生活习惯，呼吁年轻人尊重生命、珍爱生命，要让生命坚韧而顽强，绽放美丽和精彩
类脂化合物	以Wolff-Kishner-黄鸣龙还原法为例，这是少数以中国人命名的有机反应，黄教授的贡献还不止于此，他利用国产薯蓣皂甙元为原料，七步法合成了可的松，是我国甾族激素药物工业的奠基人	故事说理	一方面可以让学生明白我国科学家也做出了很多国际领先的先进工作，另一方面学习他们这种为祖国为人民做贡献的精神，培养学生的爱国主义情怀和文化自信

第一是坚持爱国主义精神教育，在授课的过程中要弘扬以爱国主义为核心的民族精神和改革创新为核心的时代精神。例如，在相关章节中，通过介绍中国著名化学家邢其毅、戴立信、王葆仁等的爱国事迹，能够更好地激发学生们的爱国主义精神、乐于奉献的精神和求真务实的科学精神，在潜移默化中提高了学生的民族自尊心以及自豪感，对于增强文化自信具有积极作用。著名物理学家钱三强曾说过“科学没有国界，但科学家有祖国”，只有将爱国主义精神深植于心，才能真正为祖国的发展建设发光发热。

第二是坚持理想信念教育，牢牢把握新时期学习贯彻中国特色社会主义思想的主线，引导学生下定决心，肩负起民族复兴的重任。例如，在讲解有机人名反应时，向学生介绍，多数化学家在青年时期就已经有了重大发现，在相关领域做出了重要贡献，以此来激发学生的学习热情，学习科学家严谨的科学态度、深厚的理论基础、勇于探索的科研精神等。而在讲解杂环化合物时，提出杂环化合物是常见的医药中间体，而我国在新药开发上远落后于国外，这对于我国来说又是一项“卡脖子”技术，从而鼓励学生要树立远大理想，珍惜学习时光，为了中华民族的伟大复兴而不断努力。

第三是坚持社会主义核心价值观教育，引导学生树立正确的世界观、人生观和价值观。在讲解蛋白质的章节时，引用我国首次合成牛胰岛素的的故事。1965年，以邹承鲁为代表的中国老一辈科学

家首次人工全合成牛胰岛素，为研究蛋白质的结构和功能开拓了有效的研究途径，具有跨时代的意义。而当时的研究环境、仪器设备等条件与欧美国家还有很大的差距，但是，我国的老一辈科学家凭借着对党和国家的一腔热情和对科学研究的探索精神，克服了极大的困难，在合成胰岛素的方面取得了傲人的成绩。通过这样的事迹，激励学生们不惧困难、发愤图强的精神，树立正确的价值观。

第四是坚持与时俱进和可持续发展的理念。高等化学教学应体现现代学科和专业的发展要求，强调素质教育和创新能力。而传统的化学行业总是与高污染、高浪费、高危险相关，化学的发展也应该是与时俱进和绿色环保。因此，提出了“绿色化学”的概念，这也是当今国际化学科学研究的前沿，将绿色化学的概念、原则、最新研究融入有机化学教学之中，使学生充分认识到绿色化学的生产技术给人们的生活带来的诸多好处，逐步培养学生绿色化学、低碳环保、健康生活的理念。由传统化学向绿色化学的转变可以看作是化学从“粗犷型”向“节约型”的转变，也契合习总书记所提出的“绿水青山就是金山银山”的重要理念，也符合经济可持续发展的要求。

第五是加强科学精神和工匠精神的培养，使有机化学的课堂教学不仅成为引导学生学习知识和提高能力的过程，更是锤炼心志和养成品行的过程。例如，在讲解萜类化合物时，可以向学生介绍诺贝尔奖获得者屠呦呦提取青蒿素的事迹。在讲解羧酸衍生物时，可以介绍药物史上的常青树阿司匹林的研发过程，讲解酯化反应时可以介绍防治心绞痛最常用的药物硝酸甘油的研发过程，以上所有药物的研发，不仅要有创新精神，更要有百折不挠的科研精神和一丝不苟的工匠精神。在讲解手性分子时，向大家介绍一个反面例子，使用左旋体的沙立度胺作为治疗妇女妊娠反应的药物时，造成了婴儿的“海豹肢畸形”，使学生们认识到对于药物的研究，不能草率行事，一种药物对于人们的生命安全来说，起着至关重要的作用，从而有效培养了学生严谨细致的科学态度和强烈的社会责任感。

3.3 改变课堂教学模式和评价体系

在传统教学模式下，思政教学的发展并不顺利。大多数教师更注重专业知识的传授，而学生更在意自己的成绩，教师和学生并没有给予思想政治教育高度重视。而课程思政的出现正好弥补了传统教学模式的漏洞，通过深挖专业课程中的思政要素，使每个思政元素都能发挥教育价值，提升学生的政治觉悟。新一轮的教育改革提出“学生是课堂的主体，教师负责引导工作”，而在课程思政中这一原则同样适用，学生应该发挥主观能动性，通过教师的引导，实行自我教育，主动参与思政课程当中，促进思政建设的健康发展。教师课程思政的过程中要充分了解学生的思维特点，根据学生的真实感受调整相关的思政教学内容，满足学生的需要，寻求更可能接受的教学方法，有序开展学生思想政治教育。很多的大学基础课程中蕴含着丰富的思政元素，只要任课教师在教学指导的过程中善于挖掘，勇于联想，善于沟通，使用学生能够接受的方式进行引导，就一定能够巩固课程思政的成果，真正实现“知识育人、思政育人、情怀育人”。

教育的最终效果取决于学生，而思政教育的教学成果主要体现在学生的思想政治和道德品行方面，因此，思政教育的成效既有显性的一面，又有隐性的一面；既有直接的一面，又有间接的一面；既有近期的一面，又有远期的一面^[10]。所以，思政教育教学效果评价不是能够简单量化的一件事情。而传统的评价方式，如师生填表、打分，或召开座谈会，或邀请思想政治理论课教学的专家提意见等，这些往往很难反映出高校思想政治理论课教学的全貌。因此，我们应该采用多样化的评价手段与方法，如学生自我评价、师生互评、家长参评等。不仅要重视对现状的评价，还要重视产生此现状的过程性评价。不仅定量评价，还要定性评价，使定量与定性相结合。除此之外，还应加入教师自评方式，教师应从思政内容所占课堂比例、思政元素切入方式、学生完成情况等方面进行分析，从而不断改进课程思政内容，使思政内容与时俱进，常教常新。只要将课堂教学模式和评价体系进行改变，一定会体现出课程思政的效果，在潜移默化中帮助学生树立马克思主义世界观、人生观、价值观、社会主义核心价值观，不断培养学生的德育管理能力和社会责任感，最终将学生培养成合格的社会主义接班人。

4 结语

课程思政不仅是一种新的教学模式，也是一种新的教学理念。有机化学课程为思政教育提供了有效载体，课程思政为有机化学教育改革提供了理论指导，通过挖掘有机化学课程中的思政元素，不仅为中国特色社会主义思想进入课堂提供了重要途径，也是落实“用好课堂教育主渠道”的必要手段。本文以大学基础课程中的有机化学为例，提出了课程思政建设策略，为其他基础课程的思政建设提供了建设思路。通过课程思政的方式，不但促进了学生的全面发展，提高了教师的科教水平，也为学科的良性发展提供了动力。虽然，大学基础课程的思政工作还处于初始探索阶段，但各高等院校和广大教师有着较高的热情，只要大家能够始终贯彻课程思政的理念，不断探索，共同努力，一定会取得可喜的成绩，真正达到课程育人的目标。

参 考 文 献

- [1] 高德毅, 宗爱东. 中国高等教育, **2017**, No. 1, 43.
- [2] 白林, 张丽, 魏玉丽. 甘肃高师学报, **2021**, 26 (2), 72.
- [3] 刘姗, 刁毅, 姜少娟. 中国现代教育装备, **2020**, No. 3, 62.
- [4] 薛科创, 孙宾宾, 刘瑾. 安徽化工, **2021**, 47 (2), 161.
- [5] 牛宇飞, 赵少慧, 贺玉娇. 西部素质教育, **2019**, 5 (20), 36.
- [6] 初文华, 张健, 李玉伟. 教育教学论坛, **2018**, No. 30, 32.
- [7] 赵明霞, 武立俊, 王烨敏. 化学工程与装备, **2021**, No. 5, 256.
- [8] 王朝霞, 罗千福, 徐首红. 大学化学, **2019**, 34 (11), 45.
- [9] 严永新. 山东化工, **2020**, 49 (5), 175.
- [10] 郭聪惠. 社会科学家, **2008**, No. 6, 128.