

doi:10.13582/j.cnki.1674-5884.2025.02.012

“双碳”背景下化工类人才培养模式的改革与实践

——以昆明理工大学为例

廉培超¹, 彭健¹, 马成伟¹, 高晓亚², 肖杰³, 罗中秋¹

(昆明理工大学 1.化学工程学院; 2.环境科学与工程学院; 3.冶金与能源工程学院, 云南 昆明 650500)

摘要:在“双一流”建设的背景下,培养和提升本科生的实践创新能力成为高等院校人才培养的重点。为实现碳达峰与碳中和目标,应充分发挥云南绿色资源优势,大力发展太阳能、风电等新能源产业。但是云南地方高校人才培养模式已经不能适应云南新能源产业发展的需要,相关专业人才培养模式改革势在必行。该文以昆明理工大学化学工程学院为例,以“新工科”建设为引领,以“立德树人”为根本宗旨,基于“创新、实践、个性化发展相融合”的教学理念,结合案例式和研讨式教学方法,将思政与专业课程紧密结合,将绿色低碳发展理念融入化工类专业课程中,开展化工类课程建设工作,加快培养适应碳中和与清洁能源转型人才,为培养适应云南地方经济发展所需人才构建有效的课程体系。

关键词:化工人才;教学改革;课程思政;绿色低碳

中图分类号:G642

文献标志码:A

文章编号:1674-5884(2025)02-0063-06

化学工业是我国的重要支柱产业,与很多国民生产和生活领域密切相关^[1]。进入21世纪,新能源、人工智能、大数据等新兴产业的兴起,对传统的化学工业提出了挑战。面对全球化竞争的新局面,教育部在2016年提出建设“新工科”,引导和促进了高等院校对于专业人才培养方案的思考,结合办学和专业特色,推动高等教育高质量发展。培养适应化工发展绿色化、智能化,具有扎实化工专业知识的高素质创新型工程技术人才^[2]。2020年9月,中国首次提出“二氧化碳排放力争于2030年前达到峰值,努力争取2060年前实现碳中和”的国家目标。2023年12月召开的中央经济工作会议上,“深入推进生态文明建设和绿色低碳发展”被列为我国2024年九项经济工作重点之一。在“双碳”目标下,新能源和可再

生能源被赋予未来能源主力军的角色^[3]。云南省资源丰富,在占全国面积4%的土地上,蕴藏了全国20%的绿色能源。目前,能源产业已经成为云南省第一大支柱产业。2023年,云南全年完成能源投资超过1900亿元,新增能源并网装机2086万千瓦,全省绿色能源装机占比近90%,能源结构更加清洁化、绿色化。2024年,云南省能源部门和各企业将继续加快新能源开发建设,投产并网。依托丰富的绿色能源,绿色铝、光伏、新能源电池等产业也正在崛起,拉动经济增长。云南新能源产业的发展离不开人才的有力支撑,这要求云南地方院校在人才培养方面适应云南新能源产业发展的需求。然而,云南地方院校在化工类专业人才培养方面存在如下问题:不能很好地适应云南化工新能源产业发展需要;对学生工程

收稿日期:2024-03-19

基金项目:昆明理工大学跨学科课程建设第一批(昆理工大教务处[2022]104号);昆明理工大学2022年课程思政教改项目(昆理工大教务处[2022]112号);昆明理工大学2024年校级本科教育教学改革研究项目(昆理工大教务处[2024]96号)

作者简介:廉培超(1983—),男,山东人,教授,博士,研究方向为能源化工。

实践及创新能力培养不足;实践教学与现代化化工技术脱节,学生工程实践能力差;对学生在发散性创新思维、目标导向下的探究式创新能力培养不足。

本文主要介绍和总结昆明理工大学化学工程学院以“新工科”建设为引领,在“双碳”背景下,以“立德树人”为根本宗旨,基于“创新、实践、个性化发展相融合”的教学理念,结合问题式、案例教学以及研讨式教学方法,将思政与专业课程紧密结合,将绿色低碳发展理念融入高等教育系统,开展化工类课程建设工作,加快培养适应碳中和与清洁能源转型人才,为云南地方经济发展所需人才的培养构建坚实的课程体系。

1 “双碳”背景对化工类人才的能力素质要求

在化工行业,实现“双碳”目标需要化工类人才具备多方面的能力素质^[4-5]。具体包括:(1)扎实的化工专业知识和技能,能够将基础理论知识和工程实际相结合,能够熟练运用先进的生产技术和设备;(2)创新思维和能力,能够主动探索碳减排的技术途径和方法,推动企业实现碳中和目标;(3)爱国主义情怀、良好的团队合作精神,能够与团队成员协作,共同推动相关工作;(4)较强的环保意识,明晰碳减排的重要性,了解相关环保政策法规,主动遵守并落实相关要求,确保企业在碳减排方面符合法规要求;(5)良好的沟通能力,能够与相关部门、合作伙伴和利益相关者进行有效沟通;(6)持续学习的意识,关注行业动态和技术发展,不断提升自身的专业知识水平。

综合来看,在“双碳”背景下,化工类人才需要具备综合素质,不仅需要具备专业知识和技能,还需要具备环保意识、创新能力、团队合作精神等多方面的能力,以适应碳减排的要求,推动企业实现碳中和目标。

2 化工类人才培养模式的改革与实践

2.1 以学生发展为中心,突出实践和创新能力培养

习近平总书记在党的二十大报告中指出“必须坚持科技是第一生产力、人才是第一资源、创新是第一动力”^[6]。为社会培养具有实践和创新能力的人才才是高校教育工作者的责任。目前,化工

类专业课程教学中,传统教师为中心的教学模式仍然占据主导地位,教师更倾向于向学生讲授专业理论知识,忽视了教书育人中“育人”的重要环节,以及对课程教学价值的引导,学生往往对课程的意义、行业价值、社会价值缺乏足够的理解,容易导致学习积极性的缺乏。由此导致创新精神、问题解决能力培养的缺失。为此,需要在教育课程改革的基础上进行实践探索,注重学思结合、知行统一。采用“理论知识+实践教学”相结合的方法,制定出化工类课程的课程大纲、实验课件以及培养方案,通过引导的方式调动学生的学习积极性,使学生成为学习的主体。帮助学生理解理论知识的同时,培养学生发现、分析、解决问题的能力 and 创新、实践能力。总体目标是:将化工专业教学与云南新能源产业发展需求紧密结合,理论课程和知识技能教育紧密结合,实现知识讲授、能力达成和价值引领的统一,为云南地方经济发展培养所需人才。

实践教学是化工专业课程教学的重要组成部分,只有为学生提供充足的实践机会,才能使其掌握理论知识,提高专业技能^[7]。目前,实践类课程大多为验证性实验,教师也只是按部就班完成实验教学,缺乏对学生学习主动性的培养,学生兴趣不足,教学效果不佳。这就需要优化实践课的教学模式,比如在能源化工专业实验课程中,围绕课程目标,在学习方式、操作、考核等方面进行改革,培养学生的实践能力以及创新精神。具体措施包括:(1)设计性实验中让学生自己设计实验方案,经过任课教师认可后,独立完成实验操作以及实验数据的记录,撰写实验报告。(2)设计具有层递特点的实验内容。比如,煤在干馏过程中会产生固态半焦、焦油以及气态产物 CO,而 CO 的低温变换转化又是另外一个实验,两个实验相互衔接,相当于串联反应。(3)合理安排实践和理论课程。将实验课程和理论课程安排在同一个学期,保证学生的理论和实践的融会贯通,提升教学效果。(4)与生产实习相结合,生产实习安排在能源化工领域的企业(云南某集团制焦有限责任公司),该公司可以安排洗煤、焦化、焦油生产、甲醇等多个实习单元。通过实习,可以加深对煤的认识,对能源化工产业有更深入的了解。

2.2 加强思政建设促进学生意识形态建设

课程思政是培养高校学生形成正确世界观、

人生观和价值观,提高人才质量的重要措施^[8],也是高校课程改革的方向^[9]。当代大学生是“双碳”目标实现的亲历者和贡献者,他们对于清洁能源转型的认知和理解至关重要。高校教师在做好专业知识教育的同时,还需要将思政教育贯穿整个课堂,突破传统教育模式的局限,将人类命运共同体理念融入课程思政。昆明理工大学化学工程学院强调要在专业课程中加入思政元素。以“化工原理”课程为例。该课程是化工以及相关

专业的一门专业基础课,分析和解决化工生产过程中遇到的各种物理操作问题,理论性、实践性和工程性并重^[10]。对“化工原理”课程的思政元素进行挖掘,加强思想政治教育,可为新时代化工技术人才培养提供支撑^[11]。在该课程中融入的部分思政元素如表 1 所示,具体教学过程如图 1 所示。通过不断的探索和拓展“化工原理”课程思政的方法和途径,达到立德树人、铸魂育人的效果,将教书育人真正落实到课堂教学之中。

表 1 化工原理课程中思政元素举例

序号	章节内容	案例或杰出人物	思政元素
1	流体流动	都江堰、鱼嘴四六分原理	传承优秀文化,培养爱国主义情怀
2	对流传热	普朗特、雷诺,努塞尔特等	探求真理,培养实践创新品质
3	精馏操作	适宜回流比的选择、设备费用和操作费用相互制约	工程问题的对立统一,强化学生批判性思维
4	传热	热管技术解决青藏高原冻土层	突出中国元素,增强文化自信
5	吸收	溶液吸收法脱除烟气中的酸性气体	培养环保意识与可持续发展理念
6	干燥	雾霾产生探讨湿空气性质	增强环保理念与社会责任感

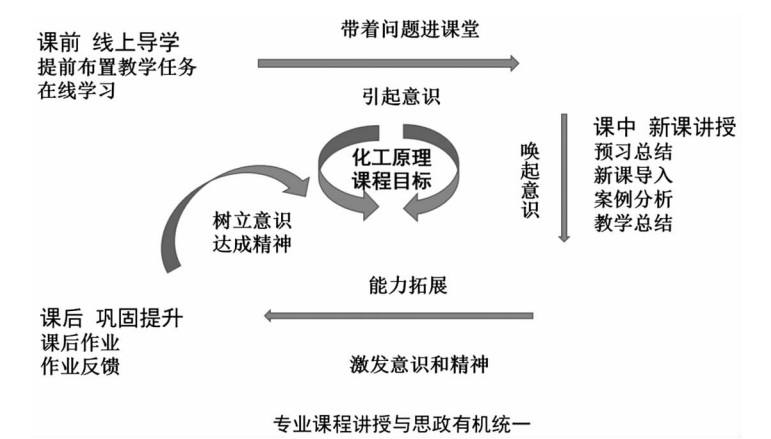


图 1 化工原理教学课程加入思政过程

2.3 将绿色低碳发展理念融入高等教育的课程体系

2022 年 6 月在北京召开的以“统筹推进绿色低碳高质量发展”为主题的全国政协会议,达成了推动绿色低碳的生活方式变革来实现“双碳”目标的共识^[12]。将绿色低碳的理念融入高等教育的课程体系,可以为生态文明建设培养人才。目前,绿色低碳的教育还存在很多问题,比如课程覆盖率较低、重视不够等^[13]。为此,昆明理工大学化学工程学院开设了和低碳、能源有关的课程,比如“化学能源存储与转化”“过程强化”“环境化工”等。鼓励教师将绿色低碳理念、生态环境法

律等融入课程,提高大学生的环境意识以及绿色低碳思想,培养学生可持续发展意识和能力。比如在“化工工艺学”课程的教学中,为贯彻绿色低碳理念,在介绍传统成熟的工艺的同时,重点介绍新工艺、新方法、新设备,培养学生的环保意识。“化学反应工程”课程是学习反应器设计、优化的专业课程。在该课程的教学过程中,介绍通过反应器的不断改进实现降低能耗和减少排放(“国旗红”染料的研究过程)技术、现代工业催化技术(光催化水制氢、二氧化碳的催化转化)在化工生产中的重要作用等例子培养学生的化学工程的思维能力,增强绿色低碳环保意识。

2.4 灵活的教学方式提升教学效果

2.4.1 采取“问题导向+自主学习”的教学方法

“问题导向+自主学习”的教学方法是一种以问题为核心,引导学生主动探索和解决问题的教学模式。其核心在于通过提出问题、分析问题和解决问题的过程,激发学生的自主学习兴趣,培养其解决问题的能力 and 创新思维。在教学中,授课老师课前提醒学生对相关知识点进行预习,上网检索相关文献资料,归纳和总结学习心得和体会。老师上课时针对课程重点内容进行精讲,与学生进行互动、讨论,纠正学生对知识理解的偏差,加深学生对知识的理解,同时培养学生的科研意识和独立学习的能力。与理论课配套的实验课程有利于提高学生的科研兴趣和积极性,培养学生的创新能力和实践能力。同时,将科研引进课堂,把与知识点相关的国内外最新信息和科研成果纳入教学内容,使学生及时吸收新知识,扩大知识面,鼓励学生提出不同的见解,培养其科学素养和科研思维习惯。根据教师科研背景安排教学内容,将科研资源转化为教学资源,调动教师教学积极性。

2.4.2 案例式教学加强理论与实践的联系

为了培养学生应用基础知识解决工程实际问

题的能力,采取“理论知识+实践教学”的教学方法,将科研过程中具体的案例作为切入点,以案例中的问题为导向,引导学生进行实验操作,使学生加深对相关知识及理论的理解。在开设的主要化工专业课程中,收集符合教学要求、结合工厂实际、具有典型性、体现化工专业特色、突出绿色低碳理念的案例。将收集好的案例放入案例库,确定好关键词,便于检索和使用。随着新工艺的出现,还可以增加案例或者对原有的案例就行修改。在案例的实施过程中,注重对学生的工程意识以及职业素养的培养,以及理论知识应用与问题解决方面重点意识的培养,这些重点包括:方案是否可行、安全环保要求、操作的难易程度等。

以“化学反应工程”课程为例。该课程的主要目标是培养学生设计反应器、分析反应器操作的能力^[14-15]。课程涉及的知识点比较多,如果只是教师 PPT 讲解,学生会很难理解。将工程案例融入到“化学反应工程”课程教学,突出中国元素,介绍重大工程,利用图片、视频等多种媒体形式的资料,建立“化学反应工程”教学案例库,通过真实的工程案例的讲解和分析,提高学习兴趣、激发学习的主动性。“化学反应工程”课程部分案例库的内容如表 2 所示。

表 2 化学反应工程部分案例库内容

序号	知识点	案例	授课形式	育人目标
1	动力学与催化剂	金属纤维催化剂,丙酮加氢生成异丙醇,采用镍骨架催化剂,收率为 83%,改为镍纤维后,收率提高到 92%	讲授与案例分析	提高对催化剂比表面积以及反应介质接触几率的认识
2	多相催化反应动力学	闵恩泽先生对于炼油催化剂的研发	讲授与小组讨论	掌握催化反应动力学理论,培养工匠精神
3	釜式反应器设计	我国进行聚乙烯生产时,基本采用的都是釜式反应器	讲授与案例分析	掌握釜式反应器的设计以及操作计算
4	管式反应器设计	王静康院士设计了管式液膜结晶器,提高了青霉素的纯度	讲授与案例分析	培养学生务必具备扎实的理论基础,具备家国情怀
5	固相催化反应工程	我国合成氨工业从无到有	讲授与小组讨论	培养学生的爱国主义情怀
6	固定床反应器	闵恩泽先生在非晶态合金催化剂和磁稳定床反应工艺中创新,替代进口催化剂	讲授与案例分析	掌握反应器的设计方法,培养学生精益求精态度,用于担当的精神
7	反应器串联	中石化巴陵分公司制备环己酮,单程间歇釜式反应器转化率为 2.7%,采用 5 套反应器进行串联,转化率可以达到 12%	讲授	强化对反应器串联与循环等知识点的掌握

2.4.3 开设跨学科课程培养具备跨学科知识高素质人才

为了促进一流人才培养,昆明理工大学开展了跨学科课程建设,通过整合各学科的视角、方法

和知识开展跨学科教学。2022 年首批立项项目共 17 门课程,和化工专业有关的跨学科课程有“新能源化工技术”“化学工程与人工智能”“矿物与人类健康”。跨学科课程的开设和实施,提升

了学生的问题意识、边界识别意识以及领域互动意识等跨学科思维,提高了学生解决真实问题的能力。

2.5 多元化考核方式提高学习兴趣

教学团队通过专题研讨、课程论文、创新创业大赛等多元考核方式,引导学生进行探究式、个性化学习,培养学生的表达能力、团队协作能力、科研创新能力;考试则将基于“创新、实践、个性化发展相融合”的教学理念,采取科教融合、院际合作、以赛促教的方式开展新能源材料课程建设工作,根据教师的科研背景制定教学内容,将科研资

源转化为教学资源,调动青年教师的教学积极性;通过开设创新型实验,增加实践内容和实验课时,提高学生的科研兴趣和积极性,同时培养学生的创新能力和实践能力。鼓励学生参与到“互联网+”大学生创新创业大赛等赛事中,通过赛教融合锤炼学生意志品质、开拓视野、提升实践能力。教学改革实践取得了良好的效果,近年来化工类专业学生在全国和云南省的各类大赛中取得了优异成绩。获得的大学生创新创业比赛部分获奖情况如表 3 所示。

表 3 近年来申报的大学生创新创业部分获奖情况

序号	项目名称	参与赛事	等级
1	黑磷:后起之秀,梦幻材料	第三届云南省“互联网+创新创业大赛”	金奖
2	昆明黑磷科技服务有限责任公司	第四届云南省“互联网+创新创业大赛”	金奖
3	“安全云”:新一代阻燃保温超轻质泡沫材料	第十三届“挑战杯”中国大学生创业计划竞赛	铜奖
4	黑磷制备反应器的设计	2020 年第三届全国“互联网+化学反应工程”课模大赛	三等奖
5	天辰齐翔新材料有限公司年产 13 万吨己二腈项目	“天正设计杯”第十七届全国大学生化工设计竞赛全国总决赛	一等奖
6	新一代高效防火建筑 & 航空航天材料:阻燃型聚乙烯醇气凝胶	第十二届“挑战杯”中国大学生创业计划竞赛	银奖
7	一种可降解甲醛水性丙烯酸树脂的制备	“挑战杯”第十届云南省大学生课外学术科技竞赛	一等奖

3 结语

综上,在碳达峰碳中和背景下,新能源已经进入全球竞争的时代。云南省政府积极践行绿色发展理念,发挥资源禀赋优势,加快新能源项目的建设和布局,加快构建完善的产业生态体系。这种转变对地方工科高校的化工能源类专业建设提出了新的要求。昆明理工大学化学工程学院对化工类专业课程从教学理念、教学目标、教学方式以及考核方式等方面进行了有益探索。将课程思政与专业课程紧密结合,在化工类专业课程中融入绿色低碳发展理念,开展能源化工类跨学科课程的建设,培养适应碳中和与清洁能源转型人才,增强学生的实践动手能力,树立正确的价值取向,培养具备绿色低碳的化工发展意识,为云南地方经济发展所需人才的培养奠定基础。

参考文献:

[1] 任保铎,朱明昌,孙亚光,等.“理工与科教双融合”的化学化工专业实践教学体系改革探索——以沈阳化工大学为例[J]. 大学化学, 2023(11): 88-94

[2] 张宇斐,李成超,叶明晖. 新工科背景下化工工艺学

课程的教学改革与探索[J]. 广东化工, 2023(24): 157-158,150.

[3] 李志勤,邱泽刚,丁亮,等. 新形势下能源化工专业实验教学改革与探索 [J]. 化工高等教育, 2023(2): 65-70.

[4] 李锐. 建筑环境与能源应用工程一流专业人才培养体系建设[J]. 大学,2021(26):130-132.

[5] 赵忠秀. 发展低碳教育事业,助力实现“双碳”目标 [J]. 可持续发展教育,2021(9):34-36.

[6] 王小青,张馨月,姜华昌,等. 以培养学生专业创新能力为导向的普通化学教学改革与实践. [J] 广东化工, 2023(17): 200-202.

[7] 韩燕. 化工专业课程建设与教学实践策略——以“化工材料分析”为例[J]. 现代盐化工, 2023(1): 116-118.

[8] 施一新, 课程思政背景下化学化工类专业课程教学改革探索研究[J]. 国家通用语言文字教学与研究, 2023(3): 10-12.

[9] 王周君,刘大欢,刘晓林,等. 化工专业课程的思政建设探索与实践——以化工工艺学为例[J]. 化工高等教育, 2022(6): 80-85.

[10] 郑育英,方岩雄,刘全兵,等, 成果导向教育背景下

- 化工原理教学改革与实践[J]. 高教学刊, 2024(3): 142-145.
- [11] 薛峰, 王晟, 居沈贵. “化工原理”课程思政多维度教学的探索与实践[J]. 教育教学论坛, 2023(50): 85-88.
- [12] 许为宾, 李欢. 高校绿色低碳教育的问题与对策研究[J]. 科学咨询, 2023(22): 42-44.
- [13] 魏若思. 绿色低碳理念在高校思政教育中的融入路径[J]. 绿色包装, 2022(5): 28-31.
- [14] 欧阳金波, 周利民, 刘峙嵘. “化学反应工程”教学渗透案例元素的探索与研究[J]. 教学研究, 2022(5): 99-101.
- [15] 罗国华, 李建刚, 靳海波, 等. 化学反应工程课程异构化反应工程案例教学课件的构建与实践[J]. 化工高等教育, 2020(1): 77-81.

Reform and Practice of Chemical Talents Training under the Background of “Double Carbon”: Taking Kunming University of Science and Technology as an Example

LIAN Peichao¹, PENG Jian¹, MA Chengwei¹, GAO Xiaoya², XIAO Jie³, LUO Zhongqiu¹

(1. Faculty of Chemical Engineering, Kunming University of Science and Technology, Kunming 650500, China;

2. Faculty of Environmental Science and Engineering, Kunming University of Science and Technology, Kunming 650500, China;

3. Faculty of Metallurgical and Energy, Kunming University of Science and Technology, Kunming 650500, China)

Abstract: Under the backdrop of the “Double First-Class” initiative, cultivating and improving the practical innovation ability of undergraduates has become a focal point in the talent training of colleges and universities. To achieve the goals of carbon peaking and carbon neutrality, and to fully leverage Yunnan’s green resource advantages, Yunnan Province has vigorously developed solar energy, wind power, and other new energy industries in recent years. However, the talent training model of local universities in Yunnan can no longer meet the needs of Yunnan’s new energy industry development. Therefore, it is imperative for local colleges and universities in Yunnan to change their talent training model. Taking the School of Chemical Engineering at Kunming University of Science and Technology as an example, this paper, guided by the construction of “New Engineering” and based on the teaching concept of “Integration of innovation, Practice, and personalized development”, combines case teaching and discussion-style teaching methods, closely integrates ideological and political education with professional courses, and incorporates the concept of green and low-carbon development into chemical professional courses. It carries out the construction of chemical courses, accelerates the cultivation of talents who can adapt to carbon neutrality and clean energy transitions, and builds a solid curriculum system for training talents who can adapt to the local economic development of Yunnan.

Key words: chemical talents; teaching reform; curriculum ideological and political education; green and low carbon

(责任校对 曾小明)