

“双碳”目标下“煤炭的洁净利用”课程建设探索

解维伟*, 周玲妹, 卓启明

中国矿业大学(北京)化学与环境工程学院, 北京

收稿日期: 2023年5月8日; 录用日期: 2023年7月5日; 发布日期: 2023年7月14日

摘要

在“双碳”目标背景下,“煤炭的清洁利用”的课程建设对专业人才培养、能源行业低碳化转型、绿色技术的创新和发展、维护能源安全具有重要的意义。以可持续发展等理论和成果为依据建设课程,引导学生学习洁净煤利用技术的方法及原理、理解技术的应用范围、优缺点和局限性,保证学生有良好的理论基础。将低碳技术和绿色电力作为课程内容的侧重点,综合运用经典案例教学、双语课件、教学视频和产学研结合等教学方式,实现教育国际化,提升学生学习质量,增强学生实践能力,培养学生创新思维。并通过合理有效的教学效果反馈与教学团队建设,优化教学模式,提高教学水平和质量,促进课程推广与发展。

关键词

“双碳”目标, 煤炭清洁利用, 课程建设, 教育国际化, 可持续发展

Exploration on the Course Construction of “Clean Utilization of Coal” under the Goal of “Double Carbon”

Weiwei Xie*, Lingmei Zhou, Qiming Zhuo

School of Chemistry and Environmental Engineering, China University of Mining and Technology-Beijing, Beijing

Received: May 8th, 2023; accepted: Jul. 5th, 2023; published: Jul. 14th, 2023

*通讯作者。

文章引用: 解维伟, 周玲妹, 卓启明. “双碳”目标下“煤炭的洁净利用”课程建设探索[J]. 创新教育研究, 2023, 11(7): 1671-1677. DOI: 10.12677/ces.2023.117250

Abstract

Under the background of the “double carbon” goal, the curriculum construction of “clean utilization of coal” is of great significance to the cultivation of professional talents, the low-carbon transformation of the energy industry, the innovation and development of green technology, and the maintenance of energy security. Building curricula based on theories and achievements such as sustainable development, guide students to learn the methods and principles of clean coal utilization technology, understand the application scope, characteristics and limitations of technology, and ensure that students have a good theoretical foundation. Low-carbon technology and green electricity will be taken as the focus of the course content, and teaching methods such as case teaching methods, bilingual courseware, teaching videos and university-industry cooperation, to realize the internationalization of education, improve students’ learning quality, practical ability and innovative thinking. The effective teaching effect feedback and teaching team building can optimize the teaching mode, improve the teaching level and quality, and promote the promotion and development of the curriculum.

Keywords

“Double Carbon” Goal, Clean Utilization of Coal, Curriculum Construction, Education Internationalization, Sustainable Development

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

“双碳”目标是指“2030年实现碳达峰，2060年实现碳中和”的双重目标，即二氧化碳排放量达到峰值并逐步减少，最终实现碳排放与碳吸收平衡，是我国制定的一项有利于实现经济高质量发展、促进生态环境改善的重要战略决策。加大可再生能源的使用、提高能源利用效率和推广清洁能源是实现“双碳”目标的有效措施[1] [2]。我国是一个煤炭资源丰富、石油天然气贫乏的国家，有关数据表明：我国70%的能源来自煤炭，这种以煤炭作为主要能源的状况在相当长的时期内难以改变[3]。但传统的煤炭利用方式会产生大量的二氧化碳和其他有害物质，对环境 and 人类健康造成严重影响。煤炭清洁利用对于减少碳排放、提高煤炭利用效率和减少环境污染具有重要的战略意义。因此，高校教育应适应党和国家事业发展需要，培养煤炭清洁领域的专业人才[4]。

目前，我国部分高校已针对化学工程、能源工程和环境工程等不同专业开展“煤炭的清洁利用”相关的理论与实践课程，并建立了完善的教学计划和课程体系，课程涵盖煤炭的化学组成、煤炭的燃烧和气化技术、煤炭的气化反应机理及废气治理等内容。同时，引进和培养具有煤炭洁净利用领域专业知识和教学经验的教师、建立煤炭洁净利用实验室和工程技术研究中心，为煤炭洁净利用领域的科研和教学提供良好的硬件和软件条件。通过该课程的学习，学生可以基本掌握煤炭的性质、煤炭清洁利用的技术手段和机理、相关设备的操作方法、以及专业研究方向等，这对学生思考当今社会广泛关注的“双碳”目标、能源高效利用和推广清洁能源等问题具有重要的理论及实践指导意义[5]。为了适应新时代背景下对课程教学和人才培养的要求，本课程教学团队在原有课程基础上，结合国内外产业现状，对教学理念、内容、组织形式和方法等进行探索和设计，培养学生的科研、实践、创新和团队合作能力，引导学生心

怀国家、甘于奉献，为我国社会发展而奋力拼搏。

2. 煤炭的洁净利用课程建设的理念与思路

2.1. 课程建设研究的社会重要性

《煤炭的洁净利用》的课程建设研究具有重要的社会意义。煤炭是全球主要的化石能源之一，课程通过探索和推广煤炭的洁净利用技术，有助于推动能源转型，降低碳排放量。煤炭洁净利用涉及煤炭转化、燃烧和气体处理等过程，课程对相关技术进行研究与创新可以提升煤炭能源的利用效率，减少能源浪费。实现双碳目标需要大规模应用洁净煤和低碳技术，课程探究有利于促进绿色技术的创新和发展，包括煤的气化、液化、燃烧优化等方面，为实现双碳目标提供技术支持。煤炭作为全球主要的能源资源之一，其洁净利用对于能源安全至关重要，通过课程探究可以降低对煤炭资源的依赖，提高能源多样性，增强能源供应的稳定性和可持续性。

2.2. 课程建设理念的理论背景

《煤的洁净利用》课程建设的理论背景涵盖了可持续发展理念、绿色技术创新和产业升级、碳减排和气候变化挑战以及能源安全和供应多样性等方面的研究成果和理论基础。洁净利用煤炭是可持续发展的重要组成部分，秉持可持续发展的理念，对煤炭资源的高效利用技术、环境友好型煤化学技术和废气处理技术等绿色技术的研究成果进行探索，实现能源的可持续供应和减少对非可再生能源的依赖。全球变暖和气候变化问题日益严峻，减少碳排放成为各国的共同目标，碳减排技术、低碳燃烧和碳捕集利用等领域的研究成果成为课程建设的重要理论背景。结合煤炭资源储量评估、煤炭转化技术和煤炭化学工程等领域的研究进展，助力减少对进口能源的依赖，提高能源安全性和供应多样性。综上，这些理论背景为课程的设计和教学提供了新路径新模式。

2.3. 课程教学目标

我国针对“双碳”目标制定了多项政策措施，其中，煤炭清洁利用是一个重要的方向。在国家“碳达峰”和“碳中和”战略大背景下，首先应让学生了解煤炭在工业和生活中的重要作用，以及传统煤炭利用方式所产生的环境和健康问题，通过介绍煤炭洁净利用在降低污染排放、提高能源利用效率和促进能源转型等方面的优势和前景，激发学生学习的兴趣和动力^[6]。在专业理论课授课过程中，为保证学生有良好的理论基础，要求学生了解并掌握煤的物理化学性质、煤的转化和反应机理、洁净煤利用技术原理、特点、应用范围等基础知识，同时可以将理论与实例结合进行技术优缺点和局限性的分析。在实践课程中，对学生加以分组，每组结合专业知识自主设计科研项目和实验室实验，要求学生学会运用相关工程技术手段，正确使用实验室设备，并能够对煤炭洁净利用的新技术和新方法加以探索，提高学生的实践能力及团队合作能力、培养创新意识。最后，教学过程中更要注重产学研结合，引导学生走出课堂，深入了解技术和产业的发展现状与趋势，以及相关环保法规和政策，提高学生的综合素质和就业竞争力，树立环保意识和责任感。

2.4. 双一流学科要求教育国际化

为响应国家建设一流专业的号召，高校在进行课程建设的同时应注重教育国际化，培养具有全球视野的高素质、国际化人才。

在煤炭清洁利用课程建设中，教育国际化的开展可从以下几个方面进行：(1) 课程内容国际化：在课程内容中加入国际化元素，例如国际上已经成熟的煤炭洁净利用技术和经验，以及世界各地的煤炭资源

情况和利用现状等。同时，可以邀请国内外专家和学者来讲解行业的最新进展和发展趋势，让学生了解国际前沿的技术和发展方向。(2) 教学方法多元化：例如小组讨论、研究报告、案例分析、模拟实验等。通过这些教学方法，可以培养学生的团队协作能力。(3) 合作项目国际化：可以开展国际化合作项目，例如和国外高校或企业合作，开展煤炭洁净利用技术和产业的合作研究，或者组织学生到国外进行交流和學習。通过这些国际化合作项目，可以提高学生的国际视野和语言能力，增强学生的跨文化交流能力和全球合作意识。(4) 学生团队国际化：可以建立国际化学生团队，让来自不同国家和地区的学生组成一个团队，共同开展煤炭洁净利用技术和产业的研究和创新，以此培养学生的跨文化交流能力和团队协作能力，增强学生的全球化思维和竞争力。

3. 课程教学侧重点

洁净煤技术课程内容工程技术性强、知识点多、信息量大，教学过程重点突出有利于帮助学生接收课堂内容，提高学生的学习效果。低碳技术和清洁能源技术是煤炭清洁利用主要的技术手段，其优势在于将煤炭资源进行高效利用，减少二氧化碳等温室气体的排放，以达到保护环境和实现可持续发展的目的。

3.1. 低碳技术

低碳技术是指在生产、消费和生活等方面，所采用的降低碳排放和能源消耗的技术和方法。它包括改善燃烧技术、节能降耗技术、替代能源技术、碳捕集和封存技术、碳交易和碳减排等。教学过程中，教师可采用多元化的教学方法，给学生介绍低碳技术的定义、意义及重要性、在行业中的具体应用、实际应用中的优缺点，以及在不同地区和条件下的适用性和可行性，引导学生结合低碳技术进行实验探究和课程设计。由此学生可以了解到煤炭资源的重要性和现实应用，同时也能够提高对环境保护和可持续发展的认识，从而为未来的经济发展和社会进步做出更有价值的贡献。

3.2. 绿色电力

电力是推动国民经济发展的重要产业，电力绿色发展是建设美丽中国的前提和保障。绿色电力是重要的清洁能源技术之一，指使用可再生能源(如太阳能、风能、水能等)或燃料电池等技术生产的电力，其生产过程不会排放温室气体，不仅可以减少煤炭等化石能源的消耗，降低碳排放和大气污染的程度，而且可以提高能源利用效率和节能减排水平，促进可持续发展，还可以促进新能源技术的发展和創新，推动能源结构的转型和升级。实现碳减排、碳中和，加快能源转型变革，要认真把节能减排放在能源战略的首位，抑制不合理的能源需求[7]。在煤炭清洁利用过程中，绿色电力可以作为重要的能源补充。课程教学过程中，教师可采用多元化的教学方法，给学生介绍绿色电力的概念、应用和技术，例如，在煤炭气化、碳捕集和封存过程中，可以利用太阳能、水能等绿色能源来提供热量和动力，从而减少对煤炭的消耗和二氧化碳的排放。引导学生着重关注绿色电力的重要性及应用，对于提高学生的环保意识、能源意识以及创新意识等方面都有着积极的推动作用。

4. 课程建设实践

4.1. 教学方法研讨与效果反馈提高

煤炭的洁净利用课程建设是当前能源行业面临的重大课题，对于提高学生的环保意识和能源意识，促进技术创新和可持续发展都有着重要作用。在课程教学中，采用适当的教学方法和进行有效的效果反馈可以提高教学效果和学生的学习兴趣。

为了提高教学质量，教师应该不断地研讨和探索适合自己的教学方法，在课程教学中，除了课堂讲授和讨论研讨等方式，还可以通过案例分析，引导学生了解不同国家和地区的煤炭清洁利用政策和技术

路线，了解当地的实践经验；通过实验操作和项目实践，让学生亲身参与体验煤炭清洁利用的技术和应用。此外，多媒体辅助教学在教学活动中因其可以形象、直观地展现教学内容而被广泛的应用，是提高教学效果的有效手段。多媒体教学可以优化课程结构，改变教学方法，将洁净煤技术中所涉及的理论、工艺流程、设备结构等知识点以语音、图像、视频等形式融为一体，有效的拓展了教学空间，以直观形式直接刺激学生的大脑，增强学生对课程内容的理解和记忆，提高学生学习的主动性和学习效果。

教学效果反馈是教学过程中的重要环节，通过课堂测验、作业评估、小组讨论、调查问卷等方式可以帮助教师了解学生的学习情况，及时发现学生的理解偏差和知识盲点，调整教学方法和内容，提高教学质量。教学效果评估是课程建设和教学改革的重要手段，可以通过问卷调查、学生反馈、专家评估等方式，评价教学效果和课程改革的成效，以此教师可以根据反馈调整和改进教学方法和内容，提高教学效果和课程建设水平。

4.2. 煤炭洁净利用经典案例收集

案例教学法是一种通过分析案例、启发思考、引出结论的教学形式[8]。课程学习中，经典案例可以为学生提供实际的应用背景，帮助他们更好地理解煤炭洁净利用的技术和方法，同时也可以启发学生的创新思维，培养分析和解决实际问题的能力，例如中国煤化工集团公司的大庆煤制气化项目对煤化工技术的应用、深圳燃气集团的煤气化发电项目对清洁燃烧技术的应用以及河北农业大学开发的农村燃气化厕所对生物质能利用技术的应用等案例。教师应该主动摒弃传统的灌输式教学方法，通过指导学生查阅相关的学术期刊、专业书籍和技术报告自主调研、带领学生实地考察相关项目并了解具体工艺流程、邀请领域内专家来校进行讲座分享实践经验和最新技术等方式，让学生了解经典案例中的技术路线、应用场景、经济效益和行业前沿动态等信息。

4.3. 制作中英文课件与录制授课视频

中英文结合授课的根本意义在于通过中英文讲授课程，培养学生国际化的学习方式和思维方式，从而达到探索和追踪国际前沿技术的专业水平[9]。多媒体教学是高校近年来兴起的一种辅助教学手段，它形象、直观且信息量大，能缓解双语教学引起的授课时间紧张的问题[10][11][12]。在课程教学过程中，包含简明易懂的文字、图表和演示文稿的双语课件可以帮助学生更好地理解课程内容，特别是对于英语能力较弱的学生来说，通过视觉效果和语言表达可以让学生更好地掌握知识。此外，双语课件有助于教师更好地控制讲课进度和重点难点，根据课程难度和学生的英语能力，设置中英文对照的内容和示例，帮助学生更好地理解课程内容和思路，提高教学效率。

教学视频可以帮助学生充分利用碎片化的时间，提高学习效率。视频授课时，学生可以反复观看、暂停和重复播放，加深对知识的理解和记忆。另外，录制授课视频还可以提高教师的影响力和知名度，让更多的学生受益于优质的教学资源。老师在录制授课视频时应注意：视频内容要对教学重点难点有所突出；授课可采用问题解答、案例讲解和实验演示等方式，与学生互动，让学生更好地参与到学习过程中；视频录制完成后要进行适当剪辑和加工，去除冗余信息和错误，提高视频质量和观看体验。制作双语课件和录制授课视频可以帮助教师更好地传达知识和理念，提高教学效果和学生的学习质量，同时也可以为学生提供更为便利和多样化的学习方式和资源。

4.4. 加强教学团队建设

课程建设过程中，教学团队是关键因素之一。加强教学团队的建设有助于提高教学水平和质量，促进课程的发展和推广。

教学团队成员的组成应结合课程实际情况，煤炭的洁净利用涉及到多个学科领域的知识和技术，因

此,建设跨学科的教学团队可以为课程建设提供更全面、更深入的视角和理解。教学团队成员应该来自化学、物理、材料科学、环境科学、机械工程等多个领域,形成一个互补性强、协作性高的团队[13]。成员之间应该建立起有效的交流和合作机制,进行定期的例会和研讨,分享各自的经验和教学资料,以达到相互促进和提高的效果。同时,还可以进行互相评价和反馈,帮助彼此不断完善和改进教学内容和方法。团队成员可通过参加教师培训、研究新的教学理念和方法、探索新的教学工具和技术等方式,不断提高自身的教学能力和水平;通过参加相关学术会议和交流活动,拓展视野和学术圈子。教学团队应该注重培养新的教学团队成员,引入新鲜血液和思维,促进课程的不断发展和创新。可以通过招聘、推荐和选拔等方式,挑选出具有潜力和能力的人才,进行系统的培训和指导。加强教学团队的建设是课程建设的关键环节之一,跨学科、协作性强、教学能力优秀的教学团队才能为课程建设和推广提供坚实的支撑和保障。

4.5. 科研结合教学

高校课程建设需要科研和教学的有机结合,这样才能不断更新和优化课程内容,提高课程的实用性和创新性。首先,教学团队应该积极参与科研项目,尤其是与煤炭洁净利用相关的科研项目。这样可以了解最新的研究进展和成果,深入了解行业发展状况和技术前沿,为教学提供新的视角和案例,从而更新和完善课程内容和教学方法,同时还可以提高团队成员的科研能力和素质,为课程的创新和发展提供强有力的支撑。其次,教师应及时将最前沿的学术成果不断充实到自己的课堂中,让学生了解最新的科技进展和应用,激发学生的学习兴趣和创新思维。为了促进科研和教学的有机结合,还可以建立科研与教学的平台和机制,如科研成果展示交流平台、实践基地和示范工程,做到理论结合实践。最后,科研与教学应该相互促进,以达到良性循环的效果。例如,科研项目可以为教学提供实验室资源和场地,教师可利用研究中心的实验室、设备和专家资源来进行课堂实验和案例分析,让学生接触实际问题和实验操作,加深理论知识的理解和掌握;也可鼓励学生在实验室开展研究项目,帮助学生设计科研方案,并提供指导和帮助。同时,教学中的问题和挑战也可以激发科研的兴趣和动力,促进科研成果的产出和转化;课堂教学中的问题和挑战也可带回科研中,有利于研究成果的应用和落地。

4.6. 实践过程与效果

课程建设的实践过程主要包括以下几个阶段:(1) 课程设计:基于煤炭洁净利用的理论背景和相关领域的研究成果,教师团队对理论授课、实验实践和案例分析等教学环节进行设计;(2) 教学资源准备:收集整理教材、教学 PPT、实验设备和案例研究资料等相关教学资源;(3) 教学实施:课程在教室和实验室等多种场景下进行教学实施,主要通过讲授理论知识、展示实验操作和引导学生进行案例分析等方式;(4) 学生参与:引导学生积极参与课堂讨论、实验操作和小组项目等活动。

通过课程的学习,学生掌握了煤炭洁净利用的基本理论和方法,了解了煤炭资源的高效利用和环境友好型煤化学技术的最新进展。课程中的实验实践和案例分析等环节,培养了学生的实际操作能力和问题解决能力,使他们能够运用所学知识解决实际煤洁净利用问题。通过案例研究和小组项目等形式,激发学生的创新意识和团队合作精神,培养了他们的技术创新能力。此模式下的课程培养了一批煤洁净利用领域的专业人才,他们毕业后将在相关行业从事煤洁净利用技术研发、工程设计和政策制定等工作,为推动煤炭资源的高效利用和环境保护做出贡献,具有积极的社会影响。

5. 结语

煤炭资源的绿色安全开发与洁净高效利用是保障我国国民经济高速增长的基础和动力,培养掌握国际前沿科技的高层次专业技术人员是提高煤炭行业科技水平的重要人才保障。在全球“碳减排”的背景

下, 课程建设研究有重要的社会意义, 本课题将“双碳”目标与学校特色专业结合, 以可持续发展理念、碳减排和气候变化挑战等方面的研究成果和理论为基础, 对全新“双碳”目标下的“煤炭清洁利用”课程建设进行了探索。该课程体系重新拟定了基于“双碳”的教学目标并采用了国际化的教学方法, 重点突出低碳技术和绿色电力技术的教学内容, 丰富案例教学、双语课件和线上授课视频等特色教学方式, 采用科研结合教学的灵活教学模式, 并不断探索和改进教学方法, 及时反馈和评估教学效果, 不断加强教学团队的建设。对新思路新方法的实践取得了良好的效果, 不仅可以引导学生关注绿色发展, 加强社会使命感, 也可以提高学生的专业理论知识素养和应用能力, 同时为解决相关生产实际问题奠定了能力基础, 更有助于“双碳”目标早日实现。

基金项目

本文系 2021 年度本科教育教学与研究课题: “碳达峰、碳中和”背景下煤炭的洁净利用课程建设(编号: J210309)的相关成果。

参考文献

- [1] 吕石磊, 王冉. “30·60”双碳目标下建环专业的教学改革与思考[J]. 高教学刊, 2021, 7(30): 62-65+69.
- [2] 刘方, 杨丽, 辛春梅, 等. “双碳”目标下“工程热力学(英语)”课程建设探索[J]. 煤炭高等教育, 2021, 39(5): 118-123.
- [3] 孙华飞, 鞠杨, 王鹤, 等. 煤炭高校本科专业课双语教学改革探讨[J]. 煤炭高等教育, 2017, 35(5): 104-108.
- [4] 郑弦, 陈智炜, 陈嘉滢, 等. “双一流”背景下研究生专业课课程思政实践——以“项目融资方式比较研究”课程为例[J]. 教育教学论坛, 2022(2): 21-24.
- [5] 姜焯, 刘安源. 专业选修课“洁净煤技术”的教学研究与实践[J]. 中国电力教育, 2012(33): 60-61+68.
- [6] 赵爽, 张雨婷, 杨伟华. 谈“双碳”目标下高职环境专业课程思政建设[J]. 辽宁高职学报, 2022, 24(1): 64-67+93.
- [7] 张大全, 辛志玲, 李瑾. “双碳”目标下《大气污染控制工程》课程建设要求[J]. 中国电力教育, 2021(S1): 95-96.
- [8] 张逸, 戢峻, 熊芸, 等. “双碳”目标下化工分离工程案例教学探索与实践[J]. 广东化工, 2021, 48(18): 290-291.
- [9] 陈健强. “双碳”目标下的“清洁生产与可持续发展概论”双语实践教学改革[J]. 化工时刊, 2021, 35(9): 36-37.
- [10] 吴刚强, 郎中敏. 《洁净煤技术》双语教学多媒体课件的设计与教学实践[J]. 教育教学论坛, 2012(8): 181-182.
- [11] 贾雪梅, 陶燕, 赵辉. 基于智慧职教-职教云的洁净煤技术课程混合式教学的实践[J]. 西部素质教育, 2020, 6(9): 111-113.
- [12] 王会平, 李桂春, 张鸿波. 矿物加工专业《洁净煤技术》课程教学改革的研究[J]. 经济师, 2016(10): 242+245.
- [13] 刘丽娜, 漆新华, 孙妍, 等. 新工科与“双碳”背景下生物质能源转化与利用技术课程教学改革[J]. 高教学刊, 2021, 7(S1): 121-122+125.