

DOI:10.19789/j.1004-9398.2022.03.013

文献引用:苏保卫,高学理.膜科学与技术研究生课程的教学改革与实践[J].首都师范大学学报(自然科学版),2022,43(3):73-77. SU B W, GAO X L. Teaching reform and practice of Membrane Science and Technology course for graduate students [J]. Journal of Capital Normal University (Natural Science Edition), 2022, 43(3): 73-77.

膜科学与技术研究生课程的教学改革与实践*

苏保卫**, 高学理

(中国海洋大学化学化工学院, 山东 青岛 266100)

摘要:针对中国海洋大学膜科学与技术研究生课程教学中的不足,结合本校海洋学科优势和特色,以提升研究生的科研与实践能力为目标,进行膜科学与技术课程的教学改革与实践.通过调整教学内容、课程思政建设和教学模式改革等,调动学生的学习积极主动性,全面提高研究生的科研能力和实践能力,满足新时代社会经济发展对复合型工程科技人才的需求.

关键词:研究生教育;科研能力;工程实践能力;教学改革

中图分类号:G643.2

Teaching reform and practice of Membrane Science and Technology course for graduate students*

SU Baowei**, GAO Xueli

(College of Chemistry & Chemical Engineering, Ocean University of China, Qingdao Shandong 266100)

Abstract: In view of the deficiencies in the teaching of Membrane Science and Technology course for graduate students of Ocean University of China, this paper combined with the advantages and characteristics of marine science discipline of the University, and carried out the teaching reform and practice of this course with the goal of improving the scientific research and practical ability of graduate students. By the adjustment of the teaching content, construction of curriculum ideological and political and reforming of teaching mode, the learning initiative of the graduate students was greatly mobilized, the scientific research ability and practical ability of them were comprehensively improved, which meets the needs of social and economic development in the new era for compound engineering scientific and technological talents.

Keywords: postgraduate education; scientific research ability; engineering practice ability; education reform

CLC:G643.2

收稿日期:2021-07-22

* 中国海洋大学研究生教育质量提升项目(HDJG19004)

** 通信作者:subaowei@ouc.edu.cn

0 引言

膜技术已成为解决当今全球水资源、能源和环境等领域重大问题的关键共性技术,是21世纪最有发展的高新技术之一^[1]。当前,西方发达国家将膜技术作为优先发展和重点支持的战略方向,加速推进膜技术的发展已成为我国实现节能减排、传统产业升级与可持续发展的重大战略需求^[2]。高校的膜科学与技术研究生专业课程承担着传播膜技术和培养膜技术后备力量的双重责任。膜科学与技术课程集成了材料、化学、化工、能源、环境和机械等多个学科的知识,其应用涉及化工、生化、医药、环保和食品生产等多个领域。

近年来,随着经济的发展和社会的进步,国家和社会亟需复合型和应用型的高层次人才,提高研究生工程实践能力和创新能力,是实现创新型国家战略的必然要求。在新工科的时代背景下,大力开展研究生教学改革势在必行。目前,国内一些高校相继开展了本科生膜科学与技术课程的教学改革与实践^[2-7],如:天津工业大学林立刚等^[2]构建了教研相长的教学体系,介绍国内外分离膜产业化情况及趋势和进展,极大提高了学生对该行业的兴趣,并带动了一大批学生从事该行业;中国石油大学康子曦等^[4]采用了研讨式的教学模式,增强了学生自主思考问题的能力,训练了学生的研究技能,收到了良好的教学效果。这些教学改革均是针对本科生进行的,对研究生教学有很好的启发。与本科生相比,研究生已具备一定的专业基础知识、较强的理解力和较明确的学习目的性,且其毕业后在建设创新型国家中能发挥更大的作用。所以,在研究生教学过程中,应该更注重培养科学研究和创新实践的能力。然而,研究生阶段膜科学与技术课程的教学改革未见相关报导。

中国海洋大学是一所具有鲜明海洋特色的“双一流”建设重点高校。该校发挥海洋学科优势,形成了海水淡化、膜分离、海水综合利用和水处理等特色研究方向。膜科学与技术是该方向的特色专业选修课程之一,面向本学院全体研究生开设,课程定位是培养具有一定专业背景的“复合型人才”^[8]。该课程既要兼顾学术型硕士研究生的科研能力培养,又要兼顾专业型研究生的实践能力培养。为此,本文提出通过调整教学内容,增强教学的针对性;进行课程思政建设、增强学生的使命感;实施教学模

式改革,调动学生的积极性,全面提高研究生的科研能力和工程实践能力以及专业知识水平,以期满足新时代社会经济发展对复合型工程科技人才的需求。

1 教学内容调整

1.1 明确教学目标

本课程在教学过程中针对研究生科研创新与实践能力的培养做了一些探索。围绕学校一流大学人才培养体系建设目标,根据学校研究生培养方案修订的总体部署,对本课程的教学大纲进行了修订,突出实践动手能力和理论联系实际能力的培养,兼顾学位标准要求和社会现实需求。通过本课程的学习,研究生应该达到具体目标:(1)掌握相转化法与界面聚合法这2类主要的膜制备方法;(2)掌握膜的各种表征方法,包括扫描电子显微镜、原子力显微镜、透射电子显微镜、红外光谱、光电子能谱、接触角和流动电位等;(3)理解溶解扩散模型和不可逆热力学机制模型;(4)理解浓差极化的机制和膜污染现象,了解具体的膜污染所对应的膜清洗策略;(5)掌握微滤、超滤、纳滤、反渗透和膜蒸馏等典型膜分离技术的基本概念、分离原理、工艺流程、发展现状及存在问题;(6)掌握典型膜分离系统的分离效率的分析和预测、工艺参数筛选和耦合工艺优化等基本方法;(7)汇总膜分离技术相关的中英文专业文献并课堂陈述。

1.2 调整教学内容

课堂教学是专业课程建设的重要环节。膜科学与技术涉及到化工、环保和材料等领域,具有较强的专业性、综合性和实践性,但由于课时有限,教学内容不能面面俱到。考虑到学科发展十分迅速,需要加强对学科前沿的跟踪,这是培养高水平研究生所必需的^[7,9]。笔者以培养研究生科研能力、创新实践能力和提高研究生学习积极性与主动性为目标,根据学科培养目标和教学大纲对教学内容进行了凝练优化,将课时由原48学时调整为34学时,大幅度精减了授课内容,同时,分别增加了各4学时的实践教学和翻转课堂,并将膜污染、膜的应用与工艺设计的部分内容放到实践教学过程中,突出了“膜材料、膜制备、膜表征、分离机制、膜应用和工艺流程”的主线和思路。

本课程经过优化,主要包括以下授课内容:首先,介绍各种膜分离过程,让学生了解各种具体的

膜过程及其主要特点与应用;其次,重点介绍主要膜的制备技术、表征手段、分离机制及膜运行过程中的关键问题(浓差极化、膜污染及防治);再次,选择几种膜过程,如反渗透、纳滤、微滤、超滤、气体分离、膜蒸馏和渗透汽化等详细介绍,深入讲解基本理论,并介绍最新的理论和发展,如:用一定的篇幅较系统地介绍膜科学与技术的前沿研究方向;最后,以反渗透海水淡化为例介绍膜的工艺设计。

2 课程思政建设

本课程以培养学生精益求精的大国工匠精神,激发学生科技报国的家国情怀为使命担当,以人才培养为中心地位,将价值引领贯穿于知识传授和能力培养之中,结合学科专业特点,融入思政元素,进行课程思政建设。如:系统地介绍了以高从堦院士为代表的一代海洋科学家在海水淡化和膜分离领域的杰出成就,引导研究生培养科学家精神;通过介绍膜技术领域的专利,引导研究生认清核心技术必须牢牢掌握在自己手上,我国在先进科技领域要赶超西方发达国家,从制造业大国向制造业强国迈进,必须通过创新驱动发展,这是后发国家实现经济追赶的必要条件^[10];结合国际政治局势^[11],让研究生认识到在膜技术领域国际科技竞争的严峻性,认识到自己作为科技战线上的排头兵和科技创新的主力军在建设科技强国中的使命感。

围绕经济、社会、环境可持续发展,系统介绍膜技术可以发挥的重要作用。通过讲解膜技术在污水处理和大气净化等方面的应用,将“绿水青山就是金山银山”的理念和生态文明等思政元素融入教学内容中;讲解“双碳目标”^[12]的深刻内涵,让学生认识到这项重大战略决策将推动经济社会全面绿色转型,推动中华民族的永续发展,推动构建人类命运共同体^[12-13];从膜技术必将在绿色低碳发展中发挥的作用出发,让学生明白肩负国家建设与民族复兴的历史重任,必须加快低碳关键核心技术研发和创新^[14],加速构建清洁低碳、安全高效的现代能源体系^[15]。

结合全球新型冠状病毒肺炎疫情,给研究生们讲解膜技术在防疫方面的应用,如体外膜肺氧合(extracorporeal membrane oxygenation, ECMO)治疗仪^[16],即人工呼吸机,以及中国在疫情防控方面的快速响应能力和对世界做出的贡献,让研究生们

加深对膜技术在生命健康领域作用的认识。通过介绍膜技术最新进展,让研究生们认识到膜技术作为21世纪最重要的化工分离技术,必将在不久的将来发挥更大的作用,“谁掌握了膜技术,谁就掌握了化工的未来”。

3 教学模式改革

3.1 改进教学方法

传统的课程授课的教学方式单一,远不能满足研究生学习的需求和研究生创新能力培养的要求。将单一课堂讲授模式改为课堂内外相结合的教学方式,通过课堂内的教具模型、工程设备实物和多媒体教学等与课堂外的演示实验、文献查阅和翻转课堂混合式教学模式^[17]等有机结合起来。如:建立翻转课堂混合式教学模式,实现混合式教学模式的全覆盖。具体做法是:首先,在课堂教学中增加概述的内容,分类介绍各种膜过程,让学生产生浓厚的学习兴趣;其次,布置一些题目,指导研究生们针对自己感兴趣的方向,到图书馆或学术网站查阅膜分离技术相关的书籍、中英文专业文献,进一步开阔视野,并进行有效的归纳总结;最后,安排全体研究生分组在课堂中做PPT汇报,由教师点评。翻转课堂混合式教学模式增强了研究生对膜分离技术基本原理的理解,培养了学生的文献查阅能力和归纳能力,提高了其学习主动性、自主学习能力、信息加工能力与表达交流能力^[18]。

3.2 培养科研能力

研究生教育强调创新意识和创新能力的培养^[19],强调培养适应新时代、新技术要求^[20]、实践能力强、创新能力强、具备国际竞争力的高素质复合型人才^[21]。在教学过程注重发挥教师的科研优势,传授科研方法,并注意教研结合,把教师的科研成果引入课堂教学中。并且,增加了一些国内外的最新科研进展介绍,将国内外最新学术及产业化成果与课堂教学结合,启发学生思考,在了解膜技术的最新成果和发展趋势的同时,培养创新意识和创新能力,强化综合素质和综合能力的提升。如:突出介绍化工过程中的零排放技术,其核心技术是将传统蒸发结晶得到杂盐作为固废的过程,转变为通过纳滤分盐、再结晶从而得到高品质盐,实现资源的节能、降耗、环保和有效利用;分享教师参加国内外学术会议中所了解的一些最新技术,并在课堂上讲解膜技术领域顶尖期刊近年来发表的研究论文或综述

性论文,辅助教学,使研究生在学习本课程之后,能够较容易地从事膜技术领域的科研工作。

3.3 实施实验教学

膜科学与技术课程普遍存在实验教学重视不足的问题^[2]。近年来,国内高校开始在本科生膜科学与技术课程教学内容设计中,加入膜制备等大型综合实验^[2]、研究技能训练和课外大学生创新实验实践等内容^[4]。但在研究生阶段的膜科学与技术教学中未见实施实验教学的报导。

在多年的教学过程中,通过与化学工程与技术及相关专业的许多研究生交流,了解到研究生普遍希望开设相关的实验课程,迅速提高研究生科研水平和对相关课程的理解深度,以便更好地开展研究工作。因此,通过承担学校的研究生教育质量提升项目,建立了膜科学与技术研究生课程的实验教学模式,选取并开设了具有代表性的超滤/反渗透海水淡化、膜蒸馏海水淡化2个演示实验,每个实验2学时。以典型膜分离工程为载体,通过实验教学讲解工艺流程和基本原理,结合课堂教学,加深研究生对膜过程中的工艺流程以及具体膜分离性能的理解,并通过安排研究生撰写实验报告和查阅相关文献,从膜的性能、制备方法和应用等方面,加强研究生的工程实践训练,培养研究生的科研能力、创新能力和工程应用能力。

实验的开展极大地激发了学生的实验热情,并

使学生的动手能力、基本科研能力得到大幅提高,取得了良好的效果。研究生们普遍反映将课堂上所学的理论知识与具体的实践结合后,对理论知识的理解更深刻。

3.4 改革评价体系

考试是教育活动中检验受教育者掌握、运用知识能力的主要手段。但是,单一的考试评价体系存在不完善、考试结果利用不正确和部分学生容易对考试产生强烈的功利思想等现象。将评价指标由单一的期末考试卷面成绩调整为由期末考试、平时作业、翻转课堂汇报和实验成绩4项指标加权,其权重分别占60.0%、10.0%、10.0%和20.0%,以加权后的分数评价学生的学习情况。

在学期结束后,通过调查问卷的形式,从课程内容、价值引领(课程思政)、教研结合、实验教学、翻转课堂、评价体系和总体评价(教学效果)等方面,对2019和2020级研究生进行课程满意度调研,满意度包括很满意、基本满意、一般、不满意和很不满意5项,计算不同方面学生整体满意度比例。2届学生共115人,参与问卷调查54人。由于2019级上课时间较长,参与调研人数较少,该调查结果主要反映2020级研究生的情况,调研结果列于表1。结果显示,71.4%的研究生对本课程的总体评价很满意,25.0%的研究生基本满意,二者加和达到了96.4%,说明本课程的改革达到了预期的效果。

表1 2019和2020级膜科学与技术课程满意度调研汇总

单位:%

满意度	授课内容	价值引领	教研结合	实验教学	翻转课堂	评价体系	总体评价
很满意	76.8	71.4	76.8	71.4	69.6	73.2	71.4
基本满意	21.4	28.6	23.2	28.6	28.6	26.8	25.0
一般	1.8	0	0	0	1.8	0	3.6
不满意	0	0	0	0	0	0	0
很不满意	0	0	0	0	0	0	0

4 结束语

以提升研究生的科研能力为目标,充分发挥学校的海洋学科优势和教学资源,本文修订了教学大纲,调整了教课内容,增加了实践教学环节,建立了以课堂教学为主、以实验教学与翻转课堂为辅的研究生教学模式,突出了“膜材料、膜制备、膜表征、分离机制、膜应用和工艺流程”的主线。紧密围绕我国的经济、社会与环境可持续发展的现状以及国际形势,增加思政元素,使研究生们认识到膜科学与技

术课程在节能减排绿色发展中的重要作用,增强了建设科技强国的使命感;将国内外最新学术及产业化成果与课堂教学结合,启发学生思考,培养了学生创新意识和创新能力;增加翻转课堂教学,培养了研究生文献查阅能力、信息加工能力与表达能力,提高了学习主动性和积极性;通过实验教学,激发了学生的学习热情,并增强了研究生的实践能力和工程应用能力。通过教学改革,取得了很好的教学效果,满足了新时代社会经济发展对复合型工程科技人才的需求。

参 考 文 献

- [1] 郑领英,王学松.膜技术[M].北京:化学工业出版社,2000.
- [2] 林立刚,郭建辉,崔振宇.教研相长在促进《膜分离技术》课程改革中的探索和实践[J].广东化工,2015,42(13):284-299.
- [3] 崔振宇,黄庆林,林立刚,等.大学专业课程教学改革探索:材料科学与工程专业膜分离技术课程的教学改革与实践[J].教育教学论坛,2020(16):182-185.
- [4] 康子曦,范黎黎,董斌,等.膜分离科学与技术的研讨式教学[J].化学教育,2017(6):9-13.
- [5] 武占省,童延斌,闫豫君,等.环境工程专业《膜分离技术及应用》课程建设[J].广州化工,2014,42(7):180-181+203.
- [6] 刘通,王瑶.《膜分离技术及应用》课程的教学实践与教学体会[J].广东化工,2017,44(9):267+261.
- [7] 许航,沈楨,郑晓英,等.《水的膜分离技术》课程的教学改革与建设[J].智库时代,2018(48):272-273.
- [8] 杨座国.关于“膜科学技术”大类选修课程建设的几点思考[J].化工高等教育,2011,28(2):77-79+91.
- [9] 武斌,朱家文,陈葵,等.研究生分离工程选论专业课教学的建设[J].化工高等教育,2004,4(3):36-39+12.
- [10] 杨德桥.美国“301调查”对“中国制造2025”知识产权战略的挑战及其应对[J].中国海洋大学学报(社会科学版),2019(5):110-122.
- [11] 斯蒂芬·S.罗奇.中美贸易战争:相互依存所产生的典型冲突[J].中央社会主义学院学报,2020(1):10-15.
- [12] 高世楫,俞敏.中国提出“双碳”目标的历史背景、重大意义和变革路径[J].新经济导刊,2021(2):4-8.
- [13] 李克平.低碳经济转型的挑战与应对[J].中国生态文明,2021(3):27-29.
- [14] 王毅,顾佰和.中国可持续发展新进程:探索迈向碳中和之路[J].可持续发展经济导刊,2021(增刊2):15-20.
- [15] 王灿.碳中和愿景下的低碳转型之路[J].中国环境管理,2021,13(1):13-15.
- [16] 铁娟,张彩丽,翁云宣.体外膜氧合系统中膜材料的研究进展[J].膜科学与技术,2020,40(6):141-147.
- [17] 张其亮,王爱春.基于“翻转课堂”的新型混合式教学模式研究[J].现代教育技术,2014,24(4):27-32.
- [18] 王娟,胡婕.翻转课程在研究生课程教学中的应用效果评估及模式推广[J].电子商务,2018(2):85-87.
- [19] 肖宝兴.论研究生创新人才的培养[J].中国法学教育研究,2014(2):187-199.
- [20] 蔡卫权,李旭东,曾庆祝,等.新工科理念下工程硕士研究生工程创新能力的培养[J].化工高等教育,2020,37(2):69-72.
- [21] 于秀娟.新工科背景下高校研究生科研创新能力提升策略研究[J].教育教学论坛,2020(14):111-113.

(责任编辑:王 媛)