

传递过程原理研究生课程建设与实践

曹 阳 林 倩 刘 荣

(贵州大学化学与化工学院 , 贵州 贵阳 550025)

摘要: 针对化学工程及其相关专业招收的研究生来自不同类别高校 , 层次参差不齐、基础知识掌握程度各异、研究领域涵盖面广等特点 , 开展化工学科传递过程原理研究生公共课程的教学改革 , 主要包括: 课程体系的优化; 实践教学的改革等方式。通过本次教学改革 , 在对研究生解决复杂工程问题、自主设计意识、学术创新思维、实践动手能力的引导和综合素质的培养等方面取得了有效的成果。

关键词: 传递过程 教学改革 研究生课程

中图分类号: G642.0

文献标识码: A

文章编号: 1008 - 021X(2017) 04 - 0141 - 02

DOI: 10.19319/j.cnki.issn.1008-021x.2017.04.060

Postgraduate Course Construction and Practice of Transfer Process Principle

Cao Yang Lin Qian Liu Rong

(College of Chemistry & Chemical Engineering , Guizhou University , Guiyang 550025 , China)

Abstract: According to the research of chemical engineering and related professional students from different universities , uneven levels of basic knowledge , mastery of different research fields , a wide range of characteristics , to carry out the process of teaching reform of chemical engineering transfer principle graduate courses , mainly includes: the optimization of curriculum system; practice teaching reform etc. . Through the teaching reform , the graduate students to solve complex engineering problems , independent design consciousness , academic innovation thinking , practical ability to guide and improve the overall quality of training , and achieved effective results.

Key words: transport phenomena; teaching reform; graduate student course

1 概述

化工科学发展早期,化工类课程内容呈现非常动态的变化,而1965年后“三传一反”一直构成了化工专业教育的核心内容^[1]。近年来随着近代科学技术的飞速发展,化学工程学科正在经历着翻天覆地的改革。作为研究生核心的学位课程的教学也随之进行了重大调整,课程门类减少了,课堂学时数大量地压缩了^[2],化工专业教育的核心内容需要有所革新,但传递课程所涉及的动量、热量和质量传递内容不会被淡化,而将进一步调整充实,以帮助学生准确理解不同尺度下化工过程所蕴含的流动和传递现象。通过该课程的学习可使学生了解各传递过程的机理,对所研究的传递过程能建立数学模型,进而获得所研究问题的数学解^[3]。

2 课程体系优化

传递过程原理属工科学科,是继化工原理、化工热力学之后,进一步学习化学工程与工艺专业的基础课程^[4]。是综合运用数学、物理、化学等基础知识分析和解决化工过程中各种单元操作问题的工程学科。本课程目的是使学生掌握动量、热量和质量传递过程的基本规律和三类传递现象之间的类似性,其地位见图1。

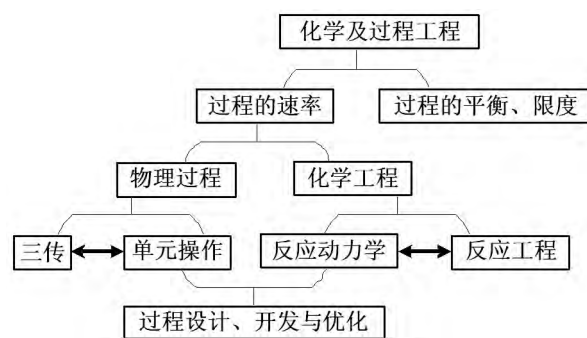


图1 “三传”的学科地位

在全国高等教育事业的不断发展的大环境下,贵州大学研究生教育在近年中也取得了令人瞩目的成绩,然而,目前就本学院研究生教育还没有摆脱应试教育的模式,导致研究生的科研、创新能力不高,一个重要原因是研究生学位课程教学仍存在一定的问題,因此对研究生课程教学改革已经是迫在眉睫。为使硕士研究生传递课程的设置要在本科教育的基础上,充分体现硕士研究生层次的特点,综合考虑与本科及硕士研究生课程的联系,使硕士研究生通过课程学习建立起合理的知识结构。因此,合理地设置课程,建构科学化的课程体系,就成为培养学生创新精神和创新能力、塑造创造性人才的首要工作。所以课程设置要从以下几个方面考虑。

收稿日期: 2017 - 01 - 07

基金项目: 贵州大学研究生院项目贵大研 ZDKC [2015] 024 号; 贵州大学“本科教学工程”建设项目 JG [2016] 20;

作者简介: 曹 阳(1977—),女,贵州六盘水人,副教授,博士研究生,从事化工材料及环境影响与评价方向研究,现在贵州大学化学与化工学院任教。

2.1 课程大纲

课程大纲详细具体地说明了教学的目的、内容和计划。课程大纲由授课教师自己确定,主要包括课程介绍、详细的课程计划、项目要求及考核方式等^[5]。授课教师在该门课程的教学大纲中具体到每章中的重点、难点、熟悉、掌握及了解内容,设计理论授课、学生讨论、实验及现场讲解学时数,同时在教学大纲中体现要求学生阅读参考文献、学生的讨论课题、要求、评分细则等。同时注明考核方式及评分标准等。

2.2 教材选用

贵州大学化学与化工学院拥有化学、化学工程与技术2个一级学科硕士学位授权点和材料学硕士学位授权点以及化学工程专业硕士学位,部分学生是跨专业的学生,一般具有较扎实的化学及材料专业的基础,但是化工方面的基础知识却比较薄弱,许多研究生连“单元操作”常识性的基本概念都不具备,甚至对“传动”、“传热”、“传质”更是无系统概念。因此需对其强化化工原理、化工热力学、反应工程等方面进行专业培养。

传递过程原理是本院专业硕士及学术型硕士必修学位课,因此针对学生及本校特点,选择合适的教材就更为重要。由梁文懂、肖时钧编著的《传递现象基础》及由陈卓、梅焱编著的《传递过程原理》教材都是该门课程比较推崇的教材,目前这些教材突出的特点为简明扼要、都用了丰富的数学推导说明“三传”在工程中的应用,这类教材更适合数学基础好,具有化工背景的学生。由陈涛、张国亮编著的《化工传递过程基础》教材涉及了整个三传的基本原理,如分子传递与对流(涡流)传递,同时还介绍了稳态与非稳态两种过程,内容全面且深浅适宜,全书更侧重于化工过程的应用。

2.3 教学内容

传递过程原理的研究方法是从基本物理定律出发,通过传递现象的观察分析,适当简化建立物理模型和数学方程,确定单值条件并进行求解,用其答案分析和解释物理现象,得出结论,用于指导实践。

教学环节安排了讲述了化学工程中动量、热量与质量传递的基本原理、数学模型及求解方法,传递速率的理论计算,“三传”的类比及传递理论的工程应用等内容,包括如下章节:第一章为传递过程概论;阐述流体流动导论、三传的类型性和衡算方法;第二~五章为动量传递,包括动量传递概论与动量传递微分方程、动量传递方程的若干解、边界层流动和湍流;第六~八章为热量传递,包括热量传递概论和能量方程、热传导和对流传热;第九~十一章为质量传递,包括质量传递概论和传质微分方程、分子传质和对流传质;第十二章为多种传递同时进行的过 程,论述湍流下热、质同时传递和平壁面上层流边界层中同时进行“三传”的精确解。

2.4 教学方法

在传递过程原理教学方法上不再局限于传统接受式教学模式中,课程的“教”和“学”的内容也不再是预先设定好的,此次改革中最明显的区别表现在教学内容的设计上,结合实际,提炼出基本概念,介绍其内涵,引出其外延,再从基本方法入手,推导基本理论,为学生构建终身学习所需的基础知识系统,这在一定程度上不利于启发教学对象的创新性思维。

作为研究生专业课教师,不仅要成为学生学习的引路人,发现问题的启发人,解决“创业”问题的参与者,而且用自己的教学创新去激发学生的创新意识^[4]。因此,在教学过程中除了

讲授课程外,还应让每一位学生成为教学活动的积极参与者而不是旁观者。比如每学完一章或一节内容,要让学生结合本章内容查阅资料并将其应用于自己的研究方向,最后大家在一起进行分享讨论。同时对教师也相应提出了更高的要求,教师不仅要 对教学行为进行反思与创造,研究教材、研究学生,而且还要活泼课堂气氛,培养了学生敢想、敢疑、敢问、敢说,积极进取、相互学习、审美情趣和创新意识^[6]。在教学时,根据化学工程及其相关专业的研究生的培养目标,设计相应教学内容。对学生来说,该课程教学内容相对多:既包括常见的质量守恒、能量衡算、热量衡算等基本理论,同时,又包括三传的物理模型的建立、边界条件的设定及其线性有限元问题的分析。讲解时既要 把控大纲要求涵盖的知识点,又要兼顾不同层次学生的学习能力。各个知识点的讲解中都以工程问题为主线。下面以生活中火车候车道的安全线、下雨天雨伞上翻为例,探讨流体静力学平衡定律在实际问题中的运用。同时针对本校研究生生源特点安排学生3~4学时在工程实训实验室时行现场授课,使学生对一个实际单元操作通过所学知识,有效合理简化,建立物理模型,确定控制面。运用流体静力学,平衡定律建立数学模型。求解数学方程,单元操作的物理现象及数学方程的正确性。

2.5 课件的使用

课件的使用目前已经非常普遍,本课程使用课件的好处主要有:一是信息量较大,可以在一定程度上缓和课时少的矛盾;二借助现代教育技术,使化工设备的内部结构、工作原理、各部件的运动、物料的走向和操作工况等均可形象、生动地展现出来,在课堂上给学生一个生动的实感,能够容易地让学生接受和掌握,使得原来很难讲明白的设备的操作与结构,现在一目了然,学生既容易听懂、看懂,而且理解和印象也大为加深,强化了教学效果。

3 实践教学的改革

针对本课程实践教学,主要通过实验+仿真模块为主的实践教学方式,让学生不仅对化工生产单元操作有初步认知,而且还能通过对工艺、设备、自动化控制手段等方面的了解,对完整的化工生产过程有一个较为全面的认识,同时为后续科学研究及实验方案的优化及设计奠定了良好的基础,让学生能更快更好的接受和理解相关知识,建立工程观念,培养工程计算能力;通过从理论课到实践课的不断强化学习,学生从初步认识、理论学习到综合运用,完成“实践、认识、再实践、再认识”的学习过程,较为系统的掌握所学知识,综合能力和工程观念都得到了极大的加强^[7]。

4 本课程教师团队的自身建设

本课程的授课教师长期坚持集体备课、互助听课和教学评价。通过观摩教学、教学交流和集体备课,使教师间取长补短,相互借鉴,很好地发挥了团队的互助作用,整体教学水平不断提高。同时注重授课教师的工程实践能力,特别是青年教师的知识结构、知识体系、工程素质得到不断更新和完善,有力促进了教师教学水平和教学质量的提高。教师在课堂教学过程中,将科研成果和科技动态及时介绍给学生,课程对应的实验项目,基本都与老师的科研工作结合,从而对学生创新能力以及理论联系实际,分析和解决问题能力的培养起到了很好的促进作用,激发了学生的专业学习兴趣,拓宽了学生的眼界,促进了教学工作。

(下转第149页)

的, 平均进水硬度 1.68mmol/L, 平均出水硬度 0.35mmol/L, 平均去除率 78.6%。

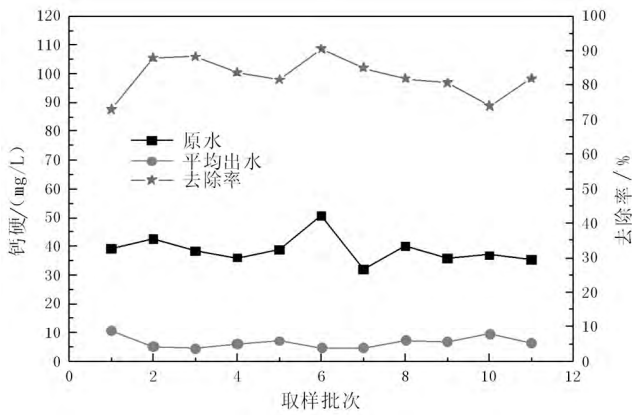


图 6 钙硬及其去除率

由图 6 可以看出, 电吸附对钙硬的去除效果是非常的好, 平均进水钙硬 38.7mg/L, 平均出水钙硬 6.6 mg/L, 平均去除率 82.6%。

2.3.4 COD 去除效果

COD 是水中有机物消耗氧的含量, 是反应废水污染程度的重要指标之一, 是水质监测的重中之重, 电吸附对 COD 的去除效果见图 7。

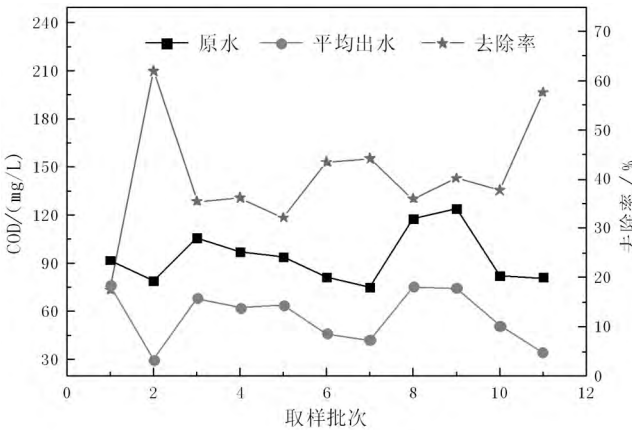


图 7 COD 及其去除率

从图 7 看, 电吸附对 COD 的去除效果还是比较好的。平均

进水 COD 93.9mg/L, 平均出水 COD 56.8mg/L, 平均去除率 40.3%。

2.3.5 浓水 COD 去除效果

本次实验还要重点监测浓水 COD 的富集情况, 具体数据见图 8。

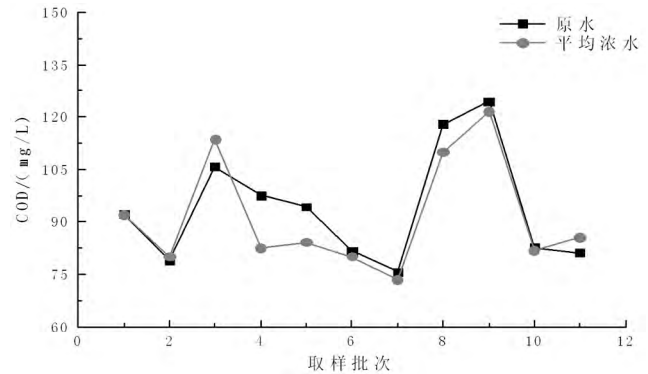


图 8 浓水 COD 去除效果

从图 8 可以看到浓水 COD 与原水 COD 是差不多的, 也就是说浓水 COD 是不浓缩的。

3 结论

电吸附除盐技术通过在正和集团污水厂, 对其外排水进行深度除盐处理试验研究, 出水满足要求:

- (1) 中试平均出水电导率 404.4 μ s/cm, Cl^- 36.7 mg/L, 总硬度 0.35mmol/L, 满足要求。
- (2) 电吸附运行成本较低, 从中试看来, 得水率 76.1%, 吨水能耗 0.718 kWh/t。
- (3) 浓水 COD 与原水 COD 差不多, COD 不浓缩。
- (4) 在处理过程中不产生新的排放物, 验证了电吸附技术无二次污染的技术特点。
- (5) 电吸附正常情况不产生污堵, 清洗周期长, 另外附属设备少, 处理工艺简捷, 使得操作维护简便, 易于实现全自动运行。
- (6) 在水资源匮乏的今天, 回收和利用这部分水资源具有良好的经济效益和社会效益。

(本文文献格式: 曹志豪. 电吸附法污水处理回用中试研究[J]. 山东化工 2017, 46(04): 147-149.)

(上接第 142 页)

5 结语

总之, “传递过程原理”是一门理论与实践相结合的课程, 如果仍沿用本科阶段讲授方式, 只会形成重复教学。若要上好该门课程, 必须根据研究生教育和专业课程教学的特点, 采用多元化教学方法和手段讲授有限单元法, 才能够使学生系统掌握该课程的理论和方法, 挖掘学生的主动性和创造性, 引导学生了解面临的困难和挑战, 让学生在学习过程中紧密结合学科前沿, 充分应用到自己后期学习及工作中的实验方法及方案的设计, 有较强的解决复杂工程问题的能力, 从而达到本课程教学、学习的目的。

参考文献

[1] 阎建民. 传递课程教学刍议[J]. 化工高等教育, 2008 (4): 40-42.
 [2] 刘献飞, 丁昌, 张业强, 等. 《过程流体机械》课程模块化

教学改革探索[J]. 山东化工, 2016, 45(23): 133-134.
 [3] 张俊芳, 杨伟, 吴军基, 等. 电力系统及其自动化专业硕士研究生课程教学改革与创新能力的培养[J]. 电气电子教学学报, 2002, 24(4): 12-15.
 [4] 姚莉, 刘伟. 研究生课程教学改革的几点思考[J]. 化工高等教育, 2010, 33(4): 36-39.
 [5] 范宝安, 梁文懂, 颜家保, 等. 研究生精品课程“传递过程原理”的改革与实践[J]. 高等理科教育, 2012(2): 92-96.
 [6] 隋修武, 牛雪娟, 杜玉红, 等. “机械电子工程”研究生课程教学的模块化设计[J]. 科教导刊, 2014(25): 30-30.
 [7] 刘志雄. 《化工传递过程》课程建设与实践初探[J]. 广东化工, 2014, 41(1): 170-171.

(本文文献格式: 曹阳. 传递过程原理研究生课程建设与实践[J]. 山东化工 2017, 46(04): 141-142, 149.)