

化工原理实验教学的实践和探讨

汪婕 董晓庆 刘德钱 朱志豪

(安庆师范大学功能配位化合物安徽重点实验室, 光电磁性功能材料安徽重点实验室, 化学化工学院, 安庆 安徽 246133)

摘要: 化工原理实验是一门兼具工程性和实践性的化工类专业的主干课程, 实验过程不仅是验证单元操作基础理论的技术操作过程, 还涵盖了丰富的认识论和方法论内容, 是研究和发展化学工业的基本手段, 在培养学生的工程观点、提高学生工程能力方面发挥着重要作用。为了提高化工原理实验教学质量, 结合我校化工原理实验教学现状, 通过加强基础平台建设、优化实验教学进度、营造双语教学环境和改革实验考核模式等方法, 对化工原理实验教学进行改革, 并取得了较好的教学效果。

关键词: 化工原理; 实验教学; 改革; 教学效果

化工原理课程体系包括理论教学、实验教学和课程设计等教学环节, 是高等院校化学工程与工艺专业的必修课。化工原理的教材编写重视研究方法, 以过程分析为中心, 以物理化学基础、数学描述和计算等知识为过程分析服务, 是一门解决化工过程中各种单元操作问题的工程学科。每个单元操作既包括通过物理或物理化学的原理分析过程, 也包括选择合适的设备达到工程目的, 化工原理实验项目通常训练化工生产中的一个单元操作, 是理论教学的重要组成部分, 一方面, 通过培养学生的实验操作技能和数据分析处理能力, 让学生充分“内化”化工原理的理论知识, 与自身的意识想融合, 形成他们分析观察化工过程的观点。另一方面, 化工原理实验装置接近小试规模, 实验过程也近似的投射了工业生产的实际情况, 学生在实验过程中遇到的问题往往具有工程特点, 通过自主分析解决这些问题, 逐步形成“通原理, 会选择, 懂设计, 能操作”的化工原理知识体系, 提升运用基本原理解决问题的能力, 稳步提高化工专业的人才培养质量。当前, 安庆师范大学的工程教育认证工作正处于积极推进中, 本文结合我院化工原理实验教学的现状, 就化工原理实验教学改革提出几点建议, 旨在提升化工原理实验课程教学效果, 迎评促建, 积极迎接教育部的工程教育专业认证。

一、加强基础平台建设, 整合实验教学资源

我国工程教育认证的核心理念之一是“学生中心理念”(Students Centered), 强调以学生为中心, 围绕培养目标和全体学生毕业要求的达成进行资源配置和教学安排, 因此对教学设备等软硬件条件提出了更高要求, 学生通过实验课程不同维度的学习加深对化工原理理论知识的认识。化工原理实验课程内容设置与理论教学内容衔接紧密, 开设每个实验都力求在实验设备中验证某个单元操作的基本原理, 而实际的化工生产是一系列单元操作的有机组合, 受到实验室布局的影响, 很难实现在一次实验过程中将多个单元操作串联完成, 但是通过仿真教学软件可以模拟创造实验场景, 辅助或是部分替代传统实验的相关操作环境。我院化工原理实验室在模拟实验装置平台的基础上, 增设“欧贝尔”虚拟仿真模拟实验装置平台和“东方仿真”实验训练平台, 供学生进行实验操作前的模拟实验训练和典型单元操作的现场操作训练, 并且接轨全国大学生化工实验大赛的赛制内容, 为每年开展“实验训练月”活动创造硬件条件。

不同的单元操作在各自适用的典型设备中才能操作完成, 因此化工原理实验装置相对复杂, 由各种零部件以及化工仪表组合而成, 安装完成后, 不能轻易破拆, 学生在实验过程中只能对装

置外观进行观察, 对某些阀门管件等的内部结构及工作原理不能很好地领会, 因此实验室着力组建“小、微”模型室, 和地方化工学校以及化工企业开展合作交流, 收集与实验设备相关的工艺流程及管件图片、小实物、小模型等。通过“眼见为实”的实物样本平台, 有助于学生更好的理解实验操作的细节。

对比历年学生的实验教学效果, 提高预习的效率是有效途径, 因此通过建设网络预习平台, 多角度丰富学生的预习手段, 相比传统的文字抄写实验讲义的方式, 通过平台提供的实验教学大纲、实验操作指导书及PPT课件、实验思考题及训练题库、相关实验图片及视频等资源, 学生可以全面了解实验设备、操作流程等实验相关知识, 为下一步实际操作仪器设备做好准备。

通过四大实验基础平台的联动, 化工原理实验课程从多维度进行教学, 实现零件模型印证现场实物、理论预习补充现场讲授、仿真实验训练延伸实际操作训练, 让学生脑海里的单元操作的理论知识水到渠成的转化为化工过程的分析方法。

二、优化实验教学进度, 创新编排实验内容

按照传统的教学培养方案, 我院化工原理实验开设51学时, 在化工原理理论教学开课一个学期之后, 开始执行实验教学计划。除了实验室安全理论, 实验教学大纲涵盖了“三传”的主要单元操作, 其中部分实验课开课时间和化工原理的理论教学存在超前效应, 即学生在单元操作的理论教学还没开始的情况下就要动手进行实验设备的实际操作, 学生既不能验证单元操作的基本原理, 也不能理解实验设备的设计构造, 只能盲目模仿教师的操作步骤, 照葫芦画瓢, 记录大量实验数据, 对于数据的合理性无法合理研判, 对于实验现象不能给出合理解释, 学生因为前期化工原理的理论知识积累不够, 在实验过程中无法转化为分析和解决问题的基础, 更谈不上利用过程原理分析实验结果。笔者认为化工原理实验课程应该跟随理论教学, 分设两个学期进行, 由教师灵活安排实验课程的开设时间, 尽量确保在某个单元操作理论教学结束后, 立刻开展相关实验项目, 帮助学生通过实验操作验证基础理论, 加强对课堂教学内容的领会, 同时提高分析处理数据的能力, 理论知识得到进一步升华。

同时, 对化工原理实验内容进行“阶梯式”的编排, 在原有基础性、验证性的实验基础上, 依据已有的实验平台合理增加设计性实验和综合性实验, 做到不仅训练化工生产中的一个操作单元, 也可以投射某些工业生产的实际工艺流程, 例如尝试开设不同设备装置间的联合实验, 串联两到三个单元操作, 这类实验不仅要求学生能够熟练地操作单套设备, 还要了解不同设备间的联

系。通过这一类综合性实验的训练,能够加深学生对化工单元操作学习的理论深度,更好地提升理论知识服务生产实践的能力。

三、营造双语教学环境,丰富实验教学内容

目前化工类专业文献资料,尤其是SCI摄录的影响因子较高的期刊文献,大多数是以英文撰写,国际学术会议的官方语言也多为英语,从企业以及科研院所等用人单位的角度进行调研,最受青睐的毕业生一定是过硬的专业技能和扎实的英语功底兼备的人才。学生在踏入工作岗位后要做到不仅能排查设备故障,改进优化生产线,也能双向翻译技术资料,零障碍进行英语交流,这就对其在校期间的化工专业英语学习提出了更高要求。化工原理实验设备及操作流程接近实际的化工生产活动,在实验情境下进行专业英语学习,一方面专业词汇直接与实物相对应,有助于学生更直观地学习化工专业英语,另一方面专业英语知识渗透在化工原理实验课程中,有助于加强学生对专业词汇的感性认识,锻炼学生的阅读、书写及科技英语写作能力。

在学院实验室建设层面,对实验室名称和实验设备采用中英文双语标识,张贴英文版的实验室安全守则和实验流程图等。鼓励学生在实验预习阶段,对实验设备的各个零部件进行双语标识,尝试书写英文版实验预习报告和实验报告;在实验过程中,借助翻译软件和手机搜索功能,尝试以英文翻译实验现象,以英文描述仪器装置和工艺流程,从而更有效的利用等待数据的过程时间,使学生在提高实验操作技能的同时,积累更多的化工专业英语词汇,强化专业英语的运用能力,为日后成为既懂专业又懂英语的全才打下坚实的基础。

四、培养实验操作能力,加强实验数据分析

化工原理实验项目很大程度是对实际工程问题的体现,涉及的大型仪器设备,往往需要进行流量、温度、压力等各种仪表的操作,学生根据自己对基本原理的认识而预测操作性能,再根据基本原理寻找可能出现的各种不正常操作的现象、原因及其可能采取的调节措施,因此训练学生实验操作能力有助于提高学生运用基本原理解决问题的能力。考虑到化工原理实验具有分组协同完成的特点。对于每次实验,明确分工,确保同组成员轮流调节参数,记录数据,尽可能地杜绝“一人操作,多人围观”的现象,让每位同学都具有同等的“动手机会”。

实验数据处理是工程类实验教学的重要内容,伴随着各种数据处理软件的开发使用,传统的手算和人工绘图正在逐步被计算机模拟所替代,并且化工原理实验设备自动化程度也在逐年提高,学生在实验过程中,需要动手操作,优化实验条件的步骤越来越少。通过仪表或是计算机软件实现自动操作,电脑完成数据采集后,自动生成数据分析结果,虽然提高了实验精度,但是不利于培养学生的团队意识和协同合作能力。因此,教师在指导学生操作实验的过程中,引导学生熟悉设备结构,认真分析实验现象,对于实验数据,手动采集和电脑捕集相结合,在实验报告中不仅对实验数据处理举例分析,还要附上对实验现象和结果的研究分析报告。学生分析和解决化工原理实验现象与误差分析的过程,特别是针对实验中出现的非正常现象,及时查找原因、提出解决方案,最大程度培养分析和解决简单工程问题的能力。

五、增设期末实验考试,推行“双评考核”模式

为了更加准确的反映学生的综合实验能力,正确处理实验操作、实验报告以及成绩考核之间的关系,笔者认为应该量化实验

考核机制,其中总成绩=平时成绩×50%+实验理论考试×20%+期末操作技能考核×30%。平时成绩由实验报告、实验现场提问和学生代表评分三部分组成。实验报告的重点不在于抄写实验原理,而是侧重于对实验过程的记录和对实验结果的分析,考虑到化工原理实验具有团队操作、多人共用数据群的特点,在数据处理板块,要求学生以不同的数据为例,分别写出详细的数据处理过程,避免出现实验报告雷同的“划水现象”。实验现场提问的环节,一方面考察学生对实验现象的观察是否仔细,一方面验证学生对理论知识的学习是否深入。并且引进“双评考核”的评价机制,每个小组推选出的一名学生代表,对其他小组成员进行平时成绩的评分,采用老师评分和学生评分的双轨模式,学生代表和老师的评分结果有机统一。增设期末理论和操作技能考核环节,利用雨课堂的教学平台,发布实验操作的理论考试,促进学生全面回顾各个实验的操作细节,学生随机分组,抽取一项本学期开设的实验进行操作考试。例如筛板精馏实验,不仅由学生自主设计操作参数,如原料液的配制,回流比及进料板位置的选择等,也由学生独立判断精馏塔何时操作稳定,何时取样测定。评分老师在实验过程中提出关于实验原理、操作方法以及数据合理性的问题,再根据实验操作结果给出技能考核成绩。根据评分标准,最终给出的学生综合成绩,进行公示后再生效,使得实验考核成绩更公正、合理。

六、小结

依据工程教育认证的“持续改进理念”(Continuous Quality Improvement)。强调专业必须建立有效的质量监控和持续改进机制,能持续跟踪改进效果并用于推动专业人才培养质量不断提升。经过几年的实验教学不断改革与实践,我院化工原理实验教学效果显著,学院每年举办化工实验技能大赛,开展“实验训练月”活动,以练促赛,以赛促学,为选拔参加省级和国家级化工实验技能竞赛的团队成员提供训练平台。2021年我校学生参加全国大学生化工实验大赛,获得全国赛一等奖的优异成绩。

参考文献:

- [1] 李入林,王琳.应用型本科《化工原理》理论教学改革初探[J].贵州化工,2009,34(4):44-47,57.
- [2] 陈敦恒,潘鹤林,齐鸣斋.化工原理教学指导与内容精要[M].北京:化学工业出版社,2017.
- [3] 王士财,刘赫扬,成忠.化工原理实验课程教学改革探索[J].浙江科技学院学报,2013,25(5):400-404.
- [4] 杨志杰,吕海霞,张艳辉.化工原理实验课程双语教学探索[J].广东化工,2018,45(13):271
- [5] 赵娟.化工专业英语教学模式初探[J].广东化工,2017,44(17):181
- [6] 吴景雄,童汉清.化工原理实验操作考核方式的实践和探讨[J].实验室科学,2010,13(2):186-188.
- [7] 张琳叶,康洪,魏光涛,等.化工原理实验教学存在的问题与改革建议[J].山东化工,2015,44(6):133-134,136.

本文系2020年安庆师范大学校级教学质量及教学改革工程项目立项课题“化工原理实验课程多元化教学方法探索与研究”(课题编号:2020aqnujyxm57)研究成果之一。