

化工原理实验课程教学改革探索

王士财^{1,2}, 刘赫扬^{1,2}, 成忠^{1,2}

(1. 浙江科技学院 生物与化学工程学院, 杭州 310023;

2. 浙江省农产品化学与生物加工技术重点实验室, 杭州 310023)

摘要: 化工原理是化学工程及近化类专业的主要专业基础课,是引导学生由纯理论学习转向实践性、工程化的开始,而化工原理实验课程作为将理论与实际联系起来的重要环节,担当着从理论到实践的桥梁。为此,针对化工原理实验课程教学过程中存在的一些问题,以提高教学质量和教学水平为目标,从化工原理实验教学内容、实验教学方式及考核方式和成绩评定等方面,对化工原理实验课程的教学改革进行初步探讨,以期有利于推动学校教学改革进程,促进课程体系建设。

关键词: 化工原理;实验教学;教学改革

中图分类号: G642.3;TQ062

文献标志码: A

文章编号: 1671-8798(2013)05-0400-05

Exploration of teaching reform in course of chemical engineering principles experiment

WANG Shicai^{1,2}, LIU Heyang^{1,2}, CHENG Zhong^{1,2}

(1. School of Biological and Chemical Engineering, Zhejiang University of Science and Technology,

Hangzhou 310023, China; 2. Zhejiang Provincial Key Laboratory for Chemical and Biological

Processing Technology of Farm Products, Hangzhou 310023, China)

Abstract: Chemical engineering principles is a major professional foundation course for chemical engineering and near chemical engineering. It is a beginning to guide the students from the pure theory towards practice and engineering. Chemical engineering principles experiment curriculum is an important link between theory and practice, and plays the role of a bridge between them. To improve teaching quality and teaching level, and based on some problems existing in the traditional teaching process of this curriculum, we preliminarily explore the teaching innovation of the curriculum from aspects of experimental teaching content, experimental teaching ways and

收稿日期: 2013-07-18

基金项目: 浙江科技学院教学研究项目(2011 II B-a17)

作者简介: 王士财(1966—),男,浙江省杭州人,教授,硕士,主要从事化学化工及高分子的教学与研究。

examination and score-evaluating system to accelerate the teaching reform and promote the curriculum development.

Key words: chemical engineering principles; experiment teaching; teaching reform

化工原理是化学工程及其近化类专业的一门主要专业基础课,它在数学、物理、化学、物理化学等基础课和专业课之间起着承先启后的作用,是自然科学领域的基础理论课向实际工程科学领域的专业课过渡的重要入门课程,是学生工程化学习的开始^[1]。它主要研究化工产品生产过程中的物理加工过程,即化工过程的动量传递、热量传递和质量传递的“三传”基本原理,以及单元操作的设备构造、操作原理、过程计算、设备设计选型及实验研究方法等,这些都密切联系生产实际,工程性要求很高^[2-3],化工原理教学不仅要让学生掌握化工过程的基本原理,而且要使学生掌握运用基本理论知识分析和解决化工过程中的各种实际问题的工程方法和技能。化工过程的基本原理的传授主要在课堂理论教学中完成,而实践工程能力的培养主要在实验教学中完成。化工原理实验课程是理论课的重要辅助和补充,它不同于数学、物理、化学等基础课程的实验,属于工程实验范畴;它不仅可以加深学生对化工单元操作理论知识的理解和巩固,而且可以培养学生利用这些理论知识来解决实际工程问题的技能,培养学生思考、分析和解决实际问题的工程能力^[4-6]。由于之前所学习的高等数学、化学、物理化学等课程主要以理论为主,因此学生对于实际工程问题认识不足,对具体单元操作的设备、操作、过程、设计选型等的感性认识也不足,工程实践环节比较薄弱,而且在高校课程体系改革中化工原理课时被压缩,因此,如何在有限的教学计划课时内提高教学效果始终为大家所关注^[7-8]。笔者在化工原理教学过程中对化工原理实验课程的教学,从教学内容、教学方式、考核方式及成绩评定等方面的改革进行了相关思考,以下是几点体会。

1 改进和延伸实验教学内容

实验教学是培养学生运用理论知识分析、解决实际工程问题,提高实践能力和创新精神的重要手段,虽然计算机仿真技术在化工原理教学中已越来越普及,但仿真不是真正的实际操作,不可能完全代替现场实验,正如沙盘推演不能代替实弹演习一样,实验教学在化工原理教学中始终起着不可替代的重要作用。

传统的化工原理实验内容一般为:管道流体阻力测定,雷诺实验,离心泵特性曲线测定,管内强制对流传热膜系数测定,填料塔吸收操作实验,筛板精馏塔操作及效率测定实验,恒压过滤常数测定,干燥特性曲线测定,流化床流化现象实验,转盘塔萃取操作实验等实验。这些实验大多数是验证性实验,这些实验的完成,对于学生掌握课堂理论知识具有一定的强化作用,但对于培养学生利用理论知识来解决实际问题的工程能力的提高尚不足。因此,为培养学生理论联系实际的工程方法,强化工程意识,提高学生思考、分析和解决实际问题的工程能力,将实验内容由单纯的验证性改进成具有一定的设计性和综合性,有利于培养学生灵活运用所学知识解决实际问题的工程能力和创新能力。

例如,以前的恒压过滤常数测定实验,学生只是测定出恒压过滤常数,实验就结束了,至于“温度如何影响?”“饼层厚度如何影响?”等,没有深刻的印象,内容比较少,操作性和设计性不强,没有完全满足学生的好奇心和动手操作的欲望。为提高学生分析问题解决问题的实际工程意识和设计、创新综合能力,在搅拌槽内安装加热装置,并配备相应的温度控制仪表,增加温度对过滤速率的影响这一实验内容,调整延伸实验内容后,不再是简单地测定常温下的恒压过滤常数,而是可以通过设计,测定不同操作温度下的过滤速率,在教师指导下由学生自己来设计实验方案和确定不同的操作温度,从而可以实验研究不同操作温度对过滤速率的影响,测定过滤常数,并对实验结果加以比较,分析、解释原因,得出结论。这一改进不

仅极大地提高了学生的实验兴趣和实验积极性、主动性,更重要的是提高了学生设计、综合的创新能力,强化了工程观念,取得了良好的教学效果。

再如,传统的流化床实验,只使学生通过气泵转速大小的调节来改变进口气体速度,观察流化现象,读出不同流量下的压差,实验内容比较单薄,学生也感觉“不过瘾”,设计性和可操作性不够,达不到良好的教学效果。以后的实验教学中可以通过加入流化床的性能测定和设计来延伸实验内容,增加学生主动设计和主动操作的机会,提高学生实验兴趣和主动性。比如让学生自行设计各式流化床及它们的流量测量方法,让学生自己依据基本理论和设计原理来设计实验方案和设计简图、设计实验操作步骤,进行自主实验,从而提高学生的实验兴趣和积极主动性。通过这种设计综合性实验,不仅使学生加深了课堂理论知识的理解和巩固,而且提高了学生的实验兴趣和积极主动性,增强工程意识,提高了学生思考、分析和解决实际问题的工程能力,并培养了学生的创新思维。

另外,随着化工技术的飞速发展,新工艺、新技术、新方法不断涌现,为适应社会和科技发展的需要,化工原理教材和理论教学中都适时增添了相关内容的新知识和新技术^[2],而实验课程内容相对滞后,为保证教学质量,激发学生的专业兴趣,实验课程内容也应及时调整和改进,以提高实验教学质量。例如,膜分离技术是一种先进的分离技术,在工业上已比较广泛地得到了应用。为此,在化工原理实验中亦增添了“膜分离技术处理工业废水”实验,让学生强化和巩固理论教学课中所增补的新内容,更好地掌握膜分离的传质机理和膜分离技术这一新的单元操作及其应用。实验课程教学中,及时增补与理论教学中相应的新技术实验内容,协调课堂理论教学,延伸实验课程教学内容,提高教学质量。

2 改进实验教学方式,增强工程观念

化工原理实验课的传统教学方式主要以教师为主,教师根据教学任务安排实验项目,安排学生分组,发放实验讲义,再布置学生具体的实验和实验时间的安排等,每个实验前一般要求学生进行预习并写好预习报告,预习报告的格式和要求教师都已经规定,一般包括实验目的、实验设备、实验原理和方法、实验步骤等;每个实验前教师一般也都会集中讲解该实验的流程、实验的操作步骤、数据记录及处理,以及实验报告的撰写要求和格式。学生按照教师的布置和要求,一步一步做完实验,然后按照教师的要求写完实验报告并上交,也就完成该实验任务了。在这种传统的“保姆式”实验教学方法下,实验任务虽然完成了,但学生的整个实验过程始终都处于被动地位,实验思考方式、行为方式等都被固化成了统一的模式,学生没有了自己思考和创造的空间,学生的主动性、积极性和创造性被抑制。

为此,要树立以学生为中心的教学观念,改进实验教学方式,强化工程意识,激发学生实验的积极性和主动性,以提高实验教学水平。化工原理实验教学方式的改进,总的思路是既要紧密结合课堂理论教学,通过实验扎实基本理论和基础知识,又要强化学生工程意识,培养学生运用所学理论知识分析、解决实际工程问题的能力,并且在此过程中注重学生创新思维的开拓和创造能力的培养。在化工原理实验教学过程中,以学生为中心,教师为指导,鼓励学生勤于动手、勇于动手,允许学生犯错误,让学生在实验中去动手、去发现、去思考,教师不详细讲解、不提供完整的实验操作步骤,而是创设一些“问题情景”,让学生在实验过程中去发现问题,并运用基本原理去分析问题、解决问题,以增强学生解决工程实际问题的能力,使学生的创新能力和思维得到锻炼,并强化基本原理和工程意识,提高实验教学水平。

例如,在液液转盘萃取实验中,先在转盘萃取塔内灌满水(连续相),调节好转速使水在塔内搅拌流动,再开启煤油(分散相),调节好两相的体积流量,待分散相在塔顶凝聚一定厚度的液层后,再通过连续

相出口管路中的管闸阀的开度来调节油水两相界面高度,并使其恒定。油水相界面的恒定是由管闸阀门的开度大小来控制的,有的学生开始的时候Ⅱ管闸阀门的调节不到位,界面不稳定,连续相甚至都进入到萃取槽中了,操作虽然失误,但教师要鼓励学生勇于动手并加以适当点拨,让学生在操作中去思考去分析,反复调试最终成功。这时学生的信心和兴趣就会大增,对该实验也一定会有更深刻的理解,通过自己反复试验、深刻思考最终解决,这一过程很好地锻炼了学生的实验动手能力,思考、分析和解决实际问题的工程能力,学生的实验综合和创新能力得到提高。

又如,离心泵实验是化工原理实验中较简单的一个,但往往有许多学生开始的时候无法完成,泵启动后就是不出水。教师不批评学生,但也不详细讲解,而是创设一些“问题情景”,“为什么会不出水?”“不出水的原因是什么?有哪些?”“离心泵是怎样工作的?”“其工作原理是什么?”让学生现场思考、现场分析、现场解决,引导学生思考,进行分析,然后仔细检查,当学生确认整个管路没有堵塞,所有阀门也都是打开的之后,最终恍然大悟,原来是没有进行“灌泵”呢!学生从对这一实验的失误、思考、分析,到最终问题的解决,就一定会对离心泵的“气缚”现象有更深入的理解,同时也有助于学生养成细心的好习惯,不仅复习巩固了课堂理论知识,而且也强化了学生工程意识和分析问题、解决问题的能力。

实验过程不再是按部就班的程序化操作过程,而是以学生为中心,激发学生自己用所学的理论知识去发现、分析和解决问题的过程,有利于提高学生实验兴趣和工程实践能力,从而提高实验教学水平。

3 改进考核和成绩评定方式,激发学生实验积极性和主动性

对于实验考核和实验成绩评定,以往的模式难以摆脱应试教育思想的束缚,教师给定的学生实验成绩主要是依据学生的实验报告,根据学生所写的实验报告来检查实验报告是否完整,实验步骤是否正确,数据处理是否合理,结论是否与预期相符等的情况,给出学生实验成绩。这种实验考核成绩评定方式,往往容易导致学生重结果轻过程,认为只要实验报告完整、实验结果好就能得高分,有的学生为了与预期的实验结果相一致而改写实验数据,而不是认真地去分析为什么会和预期的结果不一致,并进一步进行实验研究,甚至有个别学生抄袭别人的实验报告;而对重要的实验过程有的学生却是应付形式,实验过程中往往会出现你动手、我旁观的现象,个别学生甚至在整个实验过程中都无所事事。同时又由于学生实验多数以2~3人一组进行,教师也不可能面面俱到。因此,这种实验考核成绩评定方式,不仅难以给出学生真实客观的实验成绩,缺乏公平性,同时也挫伤了学生的实验积极主动性。

为了强调化工原理实验工程性的特点,体现学生运用理论知识分析和解决实际问题的工程能力,激发学生在实验过程中的创造性和探索性,提高学生实验兴趣和实验积极主动性,必须对化工原理实验考核和成绩评定方式进行改革,建立客观公平的科学考核体系,促进学生实验的积极性,提高实验教学效果。代替以往主要以实验报告定成绩的考核方式,可以从现场实验考核、实验报告考核和实际操作考核三方面着手,细化实验考核内容和成绩评定方法。

3.1 现场实验考核

现场实验是培养学生工程观点、协作精神和动手能力的重要实践环节,是化工原理实验课考核的核心,占总成绩的40%,其主要内容有实验出勤情况、预习情况、实验现象和数据记录、动手操作能力、团结协作能力、回答问题和解决问题的能力、数据获得和记录能力、仪器仪表的使用能力、故障排除能力、钻研精神及实验结束的收尾和卫生等工作。

3.2 实验报告考核

实验报告是学生完成实验后,对整个实验过程和实验结果及实验过程中可能出现的不同情况的分析处理等的全面系统总结,是实验考核的重要组成部分,占总成绩的 30%。一份完整的实验报告应包括实验目的和要求、原理、装置流程、步骤、数据记录和处理、结果分析和讨论、思考题解答及注意事项等,教师通过对实验报告的评阅批改,检查实验报告是否完整,步骤是否正确,数据处理是否合理,结论是否与预期相符,以及对实验过程中可能出现的不同情况的分析处理等的情况,综合给出学生实验报告考核成绩。

3.3 实际操作考核

实际操作考核占总成绩的 30%,按 2 人一组设置,由学生临考前随机抽取一个实验题目,进行相关的实际操作考核。学生按教师的要求完成相应的操作并回答教师所提出的问题,教师根据学生在实际操作过程中的熟练程度、动手能力、分析解决问题的能力及回答问题的情况等,给定学生实际操作成绩。这样,在成绩评定上保证了学生的实验主体地位,发挥了他们的主观能动性,有效促进了学生实验的积极主动性。

4 结 语

化工原理实验课程是将理论与实践联系起来的重要环节,是课堂理论课教学的重要辅助和补充,它不仅加深学生对理论知识的理解和巩固,而且还锻炼了学生运用理论知识分析问题、解决问题的实际工程能力,强化学生工程意识,担当着从理论到实践的桥梁。笔者对化工原理实验课程就实验教学内容、实验教学方式、实验考核方式、成绩评定等方面的改革实践进行了粗浅的探讨,希望能抛砖引玉,促进化工原理实验课程的深入改革,进一步提高化工原理实验教学质量 and 教学水平。

参考文献:

- [1] 王士财. 浅谈化工原理课程教学改革[J]. 浙江科技学院学报, 2010, 22(2): 157-160.
- [2] 何潮洪, 冯霄. 化工原理[M]. 北京: 科学出版社, 2007.
- [3] 邱运仁. 化工原理课程教学改革与实践[J]. 化工高等教育, 2005(4): 17-18, 10.
- [4] 刘映琦, 刘肃, 李健, 等. 提高实验教学质量的创新实践与探索[J]. 实验科学与技术, 2010, 8(3): 58-61.
- [5] Hesketh R P, Slater C S. Demonstration of chemical engineering principles to a multidisciplinary engineering audience [C]// Proceedings of 2003 ASEE Annual Conference Milwaukee: WI Publishers, 2003: 168-173.
- [6] 宋建争, 张永强, 王丽琴. 化工原理实验教学改革[J]. 教学研究, 2008, 31(5): 448-450.
- [7] 袁光辉. 化工原理实验教学中的问题与改革探讨[J]. 广东化工, 2010, 37(8): 209-210.
- [8] 曾明荣, 曾庆友, 赵鹏. 化工原理实验开放教学的研究与探索[J]. 实验技术与管理, 2008, 25(10): 128-130, 151.