

# 面向应用的能源化学工程专业 实验教学改革探索<sup>\*</sup>

黄贵秋,钟书明,王晓丽

(钦州学院,广西 钦州 535000)

**[摘要]** 本文结合应用型人才培养模式的特点,探索了能源化学工程专业实验教学改革新思路。我们紧跟能源化工行业发展动态,不断调整实验内容,增加了综合性和设计性实验,强化实验内容的“工程化”并开设了开放式仿真实验,使实验教学内容更好地匹配能源化工企业的需求;同时注重教师科研方向与专业实验的有机结合,优化实验教学过程及课程考核机制。

**[关键词]** 能源化学工程;专业实验;教学改革;应用型

## Exploration for Specialty Experimental Teaching Reform in Application-oriented Energy Chemical Engineering

Huang Guiqiu, Zhong Shuming, Wang Xiaoli

**Abstract:** Based on the characteristic of practical talent training mode, teaching reform of specialty experimental in energy chemical engineering is explored. In order to meet the industry needs, the teaching content was optimized, including constantly adjusting the content of the experiment, adding comprehensive and design experiments, strengthening the "engineering" of content, adding opening imitate experiment. Meanwhile, the professional experiment was combined with the research of teachers. The experiment teaching processes and the method of curriculum assessment were optimized.

**Key words:** Energy chemical engineering; Specialty experimental; Teaching reform; Application-oriented

能源化学工程作为化学的一门重要分支学科,是掌握煤炭、石油及天然气综合利用、了解新能源和可再生能源、实现能源科学利用和可持续发展的基础<sup>[1]</sup>。它利用化学与化工的理论和解决能量转换、能量储存及能

量传输问题。钦州学院作为首批全国应用技术大学(学院)联盟成员单位,大力实施了应用型人才培养模式和课程教学的改革<sup>[2]</sup>。在学校转型为应用型大学的背景下,能源化学工程专业实验教学改革迫在眉睫。

**[作者简介]** 黄贵秋(1979-),男,副教授,硕士。

<sup>\*</sup> 基金项目:2016年度广西高等教育教学改革工程项目(2016JGB394)。

## 一、能源化学工程专业实验教学改革的背景

教育部于2010年批准设立了一批国家战略性新兴产业本科专业,以满足战略性新兴产业发展对高素质人才的迫切需求<sup>[3]</sup>。能源化学工程专业便是其中一个。全国首批建立了10个能源化学工程专业,目前已有30多所高校开设此专业。作为新开设专业,该专业的教学需不断改革和完善,其中核心实验课“能源化工专业实验”普遍缺乏,各高校需根据自身优势与特色,合理开设实验课。

钦州学院能源化学工程专业在向应用技术型转型过程中,明确以培养应用创新型人才为目标,紧密围绕北部湾地区石油与能源化工产业的人才需求,开展人才培养工作。能源化工专业实验作为训练学生专业技能、培养学生工程实践能力的重要教学环节,在人才培养过程中发挥了重要的作用。该实验课由各高校自行确定,并无统一要求。目前,实验项目的开设主要参考了化学工程与工艺专业实验,不能完全体现“能源”特色。针对上述问题,我院结合实际需求,加大了对实验教学硬件的投入,优化了专业实验项目,以发挥专业实验在教学中的作用。

本文将从优化实验项目、优化教学实验过程、专业实验教学与教师科研方向的有机结合和优化考核机制4个方面探索能源化工专业实验的改革。

## 二、能源化学工程专业实验教学改革措施

### (一)紧跟行业发展动态,优化实验项目

能源化工专业实验开设初期,验证性和演示性实验项目较多,部分实验项目与人才培养方向有一定的差距。经拓展和更新,优化后的实验项目如表1所示。综合性和设计性实验项目占比超过60%,教学实验项目设计及安排趋于合理,符合我校应用型人才培养目标。具体的改革措施包括以下几方面。

#### 1.调整实验内容,增加综合性和设计性实验

为适应能源化工行业发展对应用型人才的需求,培养学生分析和解决问题的能力,我们删除了部分基础性实验,增加了综合性和设计性实验<sup>[4]</sup>,

表1 能源化学工程专业实验教学项目

实验项目	实验名称	学时	实验类型
能源催化转化	石脑油热裂解制烯烃	4	综合性
	一氧化碳变换反应实验	4	综合性
	光催化分解水制氢实验	4	综合性
工业催化	$\gamma$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$ 催化剂的制备及成形	4	设计性
	生物乙醇脱水制备乙烯实验	4	设计性
	乙苯脱氢制苯乙烯实验	4	设计性
仿真实验	煤制甲醇变换工艺仿真实验	5	综合性
	催化裂化工艺仿真实验	5	综合性
催化剂表征	多孔催化剂比表面积的测定	3	演示性
	X射线衍射分析	3	演示性
产物分析	生物乙醇脱水产物气相分析	4	验证性
	乙苯脱氢产物的液相色谱分析	4	验证性

从而提高了实验项目的应用性和实用性<sup>[5]</sup>。5个综合性实验均与能源化工行业相关,其中“石脑油热裂解制烯烃”涉及石油化工行业,“一氧化碳变换反应实验”涉及煤化工行业,“光催化分解水制氢实验”涉及新兴能源化工行业。综合性实验还包括2个仿真实验,是为了让学生通过实验操作,模拟典型的煤与石油化工行业中工厂的工艺流程。3个设计性实验项目均为经典的工业催化内容,要求学生以小组为单位,查阅相关文献,设计详细的实验方案,筛选出可行的方案并完成实验。在实验过程中,教师只起监督和引导作用。这样可以增强学生的团队协作意识,培养学生的创新能力。

#### 2.强化“工程化”的实验项目

能源化工专业实验教学环节的重点在于让学生综合运用专业知识设计实验过程,学习探索能源化工相关问题的基本方法,并利用工程思维分析及解决实验过程中出现的问题。当前的教学体系缺乏对学生工程意识和应用能力的培养,无法满足企业对高质量应用型高级人才的需求。针对上述问题,我校能源化工专业实验尽可能从验证

性实验向创新性、综合性实验转型,表1中“能源催化转化”与“工业催化”实验项目共6个实验,用24节课完成,都涉及了工程性的实验,可使学生得到较为全面的工程实践训练。此外,2个仿真实验教学中让学生模拟操作工厂的工艺流程,进一步提升了工程教学的层次与水平。

### 3. 开设与行业对接的实验项目

能源化工专业实验教学内容和方法需紧密结合产业发展动态<sup>[6]</sup>。“ $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$  催化剂的制备及成形”实验训练学生制备催化剂并利用压片使催化剂成形;“生物乙醇脱水制备乙烯实验”利用上述实验制备的催化剂进行反应;“生物乙醇脱水产物气相分析”实验利用气相色谱对上述实验产物进行定性及定量分析;“多孔催化剂比表面积的测定”和“X射线衍射分析”实验对上述实验制备的催化剂进行表征。以上5个实验涉及催化剂的制备、表征、生产、应用及反应产物的分析,均包含在能源化工企业的实际生产过程中。通过实践操作,学生对行业的认知更加深刻,教学效果得到显著提高。同时,学生了解了比表面仪与XRD的使用方法,掌握了气相色谱的操作,高端检测和分析仪器设备的利用率提高了。开设这类实验项目有利于学生同步学习和跟进专业领域的新技术和新方法,并实现与工作岗位的无缝对接。此外,在以上5个实验中,一个实验的产物是下一个实验的原料,这样可以缩短实验时间、节省试剂,还能减少“三废”的排放,实现化工实验的绿色化。

### 4. 开设开放式仿真实验课

化工生产过程复杂、流程长,装置易燃易爆,学生在实习时往往不被允许在装置现场和控制室操作,基本上没有动手机会,无法深入理解实际生产过程。我们开设的2个仿真实验采用开放式教学,学生可不受实验室、实验学时的限制,灵活选择机房开放时间,独立完成实验。通过计算机操作生产过程中各操作点和参数的控制点,学生更容易了解化工生产流程,传统的实验教学难以达到这样的效果。

### (二) 优化实验教学过程

我校能源化工专业实验设备在数量上没有优

势。为了让每位学生都能动手参与实验,我们灵活进行实验安排,实行分班、分组教学,根据仪器数量安排每组学生的人数。如仿真实验为单人操作,可灵活安排时间;“ $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$  催化剂的制备及成形”实验不受仪器限制,可安排单人实验;“能源催化转化”及“工业催化”项目实验安排3~4名学生为一组,以保证每个学生都有机会动手操作。产物分析实验操作时间较短,难点在于学生对分析方法的理 解,因此,该实验安排学生独立进行采样分析,以保证每位学生得到自己的实验数据,而不是一组学生对相同的实验数据进行处理。实验数据不同必然导致不同的实验结果,这也就避免了学生相互抄袭实验报告。

此外,我们对任课教师人数、仪器数量、班级人数、班级数目等进行了统计,实行多位教师同时授课、多个实验同时开课、多组同时上课。每个老师负责2~4个实验内容,每次分组开设多个实验,各组依次轮换循环,每组每次课仅做一个实验。学生循环上课,直至完成所有实验。

### (三) 专业实验与教师的科研相结合

高校教师具有教学与科研的双重任务,二者相互促进<sup>[7]</sup>。在专业实验教学中,我们充分结合教师的科研方向,把部分实验分配给有科研条件的教师,让教师的课题组与实验室一起承担专业实验教学任务,且每个课题组负责不同的实验项目,这样有利于教师将新知识及科研成果引入教学,以便不断更新实验内容<sup>[8]</sup>。“光催化分解水制氢实验”“生物乙醇脱水制备乙烯实验”及“乙苯脱氢制苯乙烯实验”均为教师结合自己的科研方向设置的实验项目,学生可在其科研实验室里完成。这样可以充分利用实验室资源,在实验教学经费有限的条件下提高实验室的利用率。另外,参与教师的科研项目可以促进学生对本专业知识的理解,激发学生的学习热情,有利于学生科研能力的提高和创新能力的培养,有助于提高能源化工专业实验的教学水平。

### (四) 优化考核机制

考核是对教学成绩的检查 and 量化。传统的实验考核往往放在学期末,主要包括实验报告和实

践操作。这种考核方式注重结果,侧重考查学生的实验操作能力,不利于调动学生学习的积极性。基于以上考虑,我们从以下4个方面优化能源化工专业实验考核机制<sup>[9]</sup>。

#### 1.考核分数分布多元化

我校能源化工专业实验成绩由实验报告、操作考试、课堂提问及平时出勤成绩组成,分值比例为3:3:3:1。其中,课堂提问占比提高至30%,问题包括实验目的、实验原理、拟采用的实验步骤、实验试剂、实验仪器等。教师根据学生回答情况现场打分,以此来调动学生课前预习的积极性和主动性。

#### 2.考核学生实验操作能力

学期末实验结束后,教师组成不同的考核小组,让学生随机抽取题目并进行现场操作,考核小组现场点评并给出成绩。重点考查学生的内容如下:(1)是否按顺序操作,如气相色谱仪开关机顺序;(2)是否规范操作及对操作的掌握情况,如固定床拆装;(3)仪器及实验装置出问题时的应对方法;(4)实验条件选择;(5)实验方案的具体实施及仪器设备的选择是否正确。考核提高了学生的实验操作能力,调动了学生学习的主动性。

#### 3.实验报告的考核

为了避免学生抄袭实验报告,我们降低了实验报告的分值占比。然而,撰写实验报告仍然是不可缺少的重要环节。实验报告书写认真、格式规范、实验内容翔实、实验结果准确、实验讨论正确都是评定实验成绩的关键。

#### 4.实验设计水平及创新能力的考核

设计性实验是学生在掌握了一定实验技能和方法的基础上,综合运用所学知识进行选题并设计实验方案,实施实验操作,分析实验结果,得出结论。能源化工专业实验项目中的3个设计性实验均结合了教师的科研项目,因此教师有能力深入指导学生实验。学生要先查阅文献资料、了解研究背景,才能自行设计实验方案、细化实验内容及实验操作过程。对于思路独特、方法新颖的实

验设计方案,教师会在期末成绩中适当给予额外加分。设计性实验给了学生开放式的思维空间,培养了学生查阅专业资料的能力和析、思考并解决问题的能力,提高了学生的创新和实践能力,促进了学生综合素质的提高。

### 三、结束语

在学校向应用型转变的背景下,面对能源化学工程专业实验教学改革,教师应该不断提高自身的实践教学能力,使实验教学工作与时俱进。本次实验教学改革调动了学生的积极性和主动性,提高了学生分析和解决问题的能力,增强了其观察能力、动手能力和创新能力等综合素质,有利于推动能源化工专业的发展。

(文字编辑:李丽妍)

#### 参考文献:

- [1] 荣俊锋,陈明功,刘铭,等.能源化学工程专业建设的探索[J].广州化工,2016,44(7):218-219.
- [2] 黄贵秋,熊拯.应用型人才培养模式下的化工原理系列课程教学改革[J].石油教育,2015(1):80-82.
- [3] 刘晓君,郭振宇,张宇.战略性新兴产业相关的专业链群建设路径探析[J].中国大学教学,2013(9):50-52.
- [4] 欧阳玉祝,蒋剑波,王广成.协同创新背景下的实验教学改革与实践[J].实验室研究与探索,2016,35(1):173-175.
- [5] 韩宁娟,牛睿,刘荣.基于创新应用型人才培养模式下的药专业实验教学改革[J].现代交际,2017(7):145.
- [6] 赵天琦,陈晓东,孟繁雨,等.精细化工专业实验的绿色化建设和教学改革探索[J].实验室研究与探索,2014,33(5):144-147.
- [7] 海洪,李霞,刘峥,等.生物化工专业实验课程改革的探索与实践[J].学科探索,2016(6):41-42.
- [8] 李凡修,孙首臣,邓仕英,等.浅谈应用化学专业实验教学改革与实践[J].实验室研究与探索,2014,33(4):198-201.
- [9] 朱梦冰,刘晶如,杨燕,等.应用型创新人才培养实践教学改革的探索[J].实验室研究与探索,2016,35(7):186-189.