

竞赛与教改

基于化工设计竞赛的化工技术经济课程 教学改革及实践^{*}

盛清涛,郭宏生,牛艳霞,申 峻,刘世斌

(太原理工大学 化学化工学院,山西 太原 030024)

[摘要]本文针对目前化工技术经济课程教学中存在的问题,依托全国大学生化工设计竞赛推进课程改革。我校通过改革教学内容、构建新的教学形式、完善评价与考核机制,形成了化工设计竞赛与课堂教学、理论教学与实践运用相辅相成的教学改革模式,从而提高了学生的实践能力,培养了学生的综合能力。

[关键词]设计竞赛;化工技术经济;教学改革

Curricular Reform of Chemical Techno-Economics Based on Chemical Engineering Design Competition

Sheng Qingtao, Guo Hongsheng, Niu Yanxia, Shen Jun, Liu Shibin

Abstract: In view of the existing problems in the teaching, the teaching reform of chemical techno-economic was promoted in this paper based on the chemical engineering design competition. The supplemental and complementary teaching pattern, which combines chemical engineering design competition and the classroom teaching, theory teaching and practical application, is presented by reforming teaching content, constructing new teaching modes, perfecting the evaluation and assessment mechanism. Thereby, students' practical abilities were improved and comprehensive capabilities were cultivated.

Key words: Design competition; Chemical techno-economics; Teaching reform

全国大学生化工设计竞赛(以下简称“化工设计竞赛”)是由中国化工学会、中国化工教育协会和教育部高等学校化学工程与工艺教学指导委员会共同举办的,是化学工程与工艺专业规模最大、水平最高的国家级赛事。到目前为止,太原理工

大学化学化工学院已参加了三届。竞赛激发了学生对专业知识的学习兴趣,培养了学生的工程设计能力与实践能力。同时,参加竞赛也有助于推进专业教学改革和教师队伍工程素质的提高。

化工设计竞赛提交的可行性研究报告本身就

[作者简介] 盛清涛(1971-),女,讲师,博士。

^{*} 基金项目:太原理工大学教学改革项目“依托化工设计竞赛的化工技术经济课程改革研究”。

是化工技术经济课程内容。课程中学到的知识在设计竞赛中得以应用,“学以致用”培养了学生运用所学理论知识或方法解决实际工程问题的能力。

历届化工设计竞赛都是先提出设计任务,要求学生综合运用各项知识或查阅相关资料去解决实际问题。这种以学生为学习主体的自主、能动性学习方式相比以往的被动式、接受式学习方式有着明显的效果^[1]。学生在参赛期间表现出极大的学习热情和求知欲望,学到的知识之多、程度之深、速度之快令人难以置信。因此,我们借鉴化工设计竞赛“学以致用,以用导学”“学中用,用中学”“以练促学,以学促赛,以赛促教”的理念,从教学内容和教学方法等方面对化工技术经济课程进行了改革。

一、目前教学中存在的问题

化工技术经济课程是从经济的角度对工程项目、技术方案进行分析评价,为投资决策者提供科学依据^[2],其理论性和应用性都较强。目前,该课程教学还是以传统的理论教学为主,即教师课堂讲授、学生被动听讲,学习内容难以应用,学生在思想上不予重视。

工程学科本质上是要实践应用的,化工技术经济课程的教学目的是使学生能够应用经济、工程及管理知识,解决实际工程问题,从而适应经济社会的发展。《工程教育专业认证通用标准》中也明确提出学生应“理解并掌握工程管理原理与经济决策方法,并能在多学科环境中应用”^[3]。根据此标准,我校化学工程与工艺专业认证中对毕业生也提出了项目管理能力要求。但目前的教学模式、教材编排制约了学生的学习兴趣,阻碍了学生综合应用知识能力的发展,也限制了学生应用经济知识解决化工问题的探索实践。

二、创新改革教学内容

(一)拓展教学内容,“学以致用”,激发学生学习兴趣

我们补充了相关经济学基本知识,夯实学生的理论基础。化工技术经济课程的理论核心内容是技术经济学的基本原理和方法,而学生对此知

之甚少。因此,我们围绕核心内容增加了经济学研究对象、人类的需求特点等经济学基础知识,同时增加了学生感兴趣的经济问题。如“单利”和“复利”的概念在生活实际中的应用:有很多大学生喜欢做兼职,有选择去麦当劳打工的,有做打字员的,这些只是单纯出售自己的劳动时间,获取的“社会经验”对他们未来的成长只产生“单利”效果;而有的学生则喜欢利用自己积累的技能和知识,在新的领域创造更大的价值,这些经验具备“复利”的属性,也就是财富与时间不再是线性关系而变成了指数关系,日积月累,改变就是翻天覆地的。“复利”思维应用于生活中既使学生理解了经济学概念,激发了学生的学习兴趣,又拓展了教学内容,引导学生建立了“学以致用”的学习理念。这种方式不但有助于学生掌握基本经济知识,提高学习兴趣,而且能够激发学生主动学习的动力。该教学方式也可应用于其他学科。

(二)调整课程内容编排,“以用导学”,提升课程的实践应用性

化工技术经济课程教材的前半部分是技术经济学的基本概念、基本原理和经济评价方法,后半部分是技术经济的具体应用,包括可行性研究、技术改造、技术创新及生产管理等内容。为了更好地将经济原理用于实际,我们调整了授课顺序,将可行性研究内容提前讲授,并安排了课程任务,要求学生在课程结束后提交一份可行性研究报告。我们以历届化工设计竞赛题目或大学生自主创新大赛项目为依据选择项目,让学生自由组队参加,并编写可行性研究报告。如2017年竞赛题目为“针对某一含硫工业废气源设计一套深度脱硫并予以资源化利用的装置”,那么选择什么样的工艺路线?怎样进行比较?生产规模如何确定?学生刚开始一头雾水,不知从何下手。我们引导学生根据可行性研究报告的编制标准,一步步来进行。至于经济评价中所需的财务指标,课本上没有相关知识,学生也没有相关经验,只能充分查找资料并向有经验的工程人士咨询查证。在技术方面,目前的脱硫工艺有多种,学生需要从经济性、可操作性、成熟程度等方面考虑,综合利用专业知识选

择工艺路线。这个过程能充分考查学生查阅资料、综合利用所学知识解决工程问题的能力。同时,我们会根据课程内容,及时更新报告编写内容。“学以致用”“以用导学”的方式充分调动了学生的学习主动性,有助于学生把所学知识与实际相结合,提升了学生理论与实践相结合的能力。

三、构建新的教学方法,培养学生综合能力

(一)教学形式多样化,“学中用”,调动学生学习积极性

为实现学生综合能力及实际问题能力的培养,我们根据工科生爱做题的特点,增加了与生活实际接近的练习题对其进行训练。如资金等值计算中涉及多种支付方式,为了使学生综合掌握这些公式,我们增加了一些练习,让学生学以致用。其中一道例题如下:

某人贷款 20 万买房,偿还期为 10 年,按年利率 5% 复利计息,分别计算 4 种还款方式每年还款额、10 年还款总额及还款的现值。1. 每年末还 2 万本金和所欠利息;2. 每年末只偿还所欠利息,第 10 年末一次还清本金;3. 在 10 年中每年末等额偿还;4. 在第 10 年末一次还清本金和利息。

一道还贷的应用问题融合了多个课堂知识点。学生课下思考、课堂讨论,在学中用,提升了学习兴趣。事后学生开玩笑说:“将来我们贷款买房就明白哪一种还款方式最好了”。

(二)增加案例教学,“用中学”,提升学生学习动力

理论与实践相结合是培养专业型人才的关键。案例教学是不可缺少的教学方式之一^[4],我们根据各章节内容增加了案例实践分析。如讲到单利与复利、名义利率与实际利率章节时,教师以生活中处处可见的信用卡为例,将课本内容与生活实际结合起来,培养学生的实际应用能力。以“今日说法”节目主持人遭遇信用卡“天价”罚息为例,其信用卡欠款 69.36 元没及时还清,10 天后产生 317.43 元利息,我们让学生计算“天价”信用卡罚息是怎么来的。生活中具体案例本身的特有情景可以激发学生探索知识的兴趣,启发学生对

所学知识进行总结和应用。我们还以化工设计竞赛题目为典型案例,让学生计算出设备的投资、项目的投资回收期、投资收益率、内部收益率,并对项目进行盈亏平衡分析、风险分析等。一个竞赛题目几乎覆盖所有教学内容,化工竞赛的具体实例与课程知识点相结合可以提升学生自主学习的动力。

(三)“以练促学,以学促赛,以赛促教”,培养学生综合能力,提升教学质量

竞赛是检验教育教学效果的重要手段,是提高学生学习主动性、创新精神的有效形式,也是衡量高校教学质量的重要标准^[5]。竞赛作为学科载体,不仅能培养学生的综合能力,还可以提高各相关课程的教学质量。化工设计竞赛不仅要求参赛学生完成设计作品的书面文档,还要进行现场 PPT 答辩。因此,学生必须具备制作 PPT 的能力及口头表达能力。对此,我们要求每个学生针对自己可行性研究报告的内容制作 PPT,进行现场汇报答辩,同时通过课程大作业来培养学生的综合能力,为其参加竞赛打下良好的基础。

四、完善教学评价与考核方式,提升学生综合能力

课程考核作为教学的最后一个环节,既是对学生学习状况的检验,也是对教师教学效果的衡量。我们改变了传统的仅通过理论考试评价学生的方式,构建了以提升学生综合能力为核心的多元化、复合式考核方式,对学生进行全方位的考核。学生的最终成绩由三部分组成:一是考试的卷面成绩;二是平时成绩,包括课堂考勤、平时作业及学习态度;三是实践成绩。这种多元化的考核方式有利于提升学生的综合能力。

五、总结

中国工程教育专业认证及“卓越工程师教育培养计划”均要求培养高素质应用型人才和造就一大批创新能力强、适应经济社会发展需要的高质量工程技术人才,全面提高工程教育人才的培养质量^[6-7]。我们将化工设计竞赛引入化工技术经济课程,通过改革教学内容 (下转第 63 页)

形的,如果在地球表面随意取一小段弧,只要这段弧足够短,我们就可以将其近似为一条线段。这样学生就明白了,地球整体是球形,但在表面取一小段弧可以近似为线段。同样,高分子溶液整体是不均匀的,但取一微小体积时,可以近似认为微小体积内是均匀的。

(四)稀溶液理论中的排斥自由能和排斥体积

稀溶液理论的假设中还提道:链段云彼此接近要引起自由能的变化,每一个高分子链段云有一定的排斥体积。学生对此也容易产生疑惑:链段没有磁性、没有电荷,怎么会相互排斥呢?此时,教师可以通过类比让学生理解这种情况^[4]:在一间空旷的大教室里,你独自一人上自习,这时从外面进来一个陌生人,如果他紧紧地挨着你坐下来,你将会感到非常紧张,且会对他产生强烈的排斥感(离得越近,排斥自由能越大,排斥体积就大,相当于高分子处于良溶剂);如果仅仅是关系一般的同班同学,他坐在哪里你都觉得无所谓,你们之间是既不排斥也不吸引的(排斥自由能等于零,排斥体积等于零,对应高分子处于 θ 溶剂);如果是关系亲密的同学,你们之间将不仅不会排斥,而且会相互吸引(排斥自由能小于零,排斥体积小于

零,对应于高分子处于劣溶剂)。如果是你热恋的女朋友,会不会很远就产生很强的吸引力?高分子链虽然作用机理不同(分子间作用力),但与这种情况非常类似。高分子链因种类不同、距离远近不同,相互间排斥自由能也不同。理解了排斥自由能的存在,对排斥体积的理解也就容易多了。

由上可以看出,列举学生熟悉的场景和事物进行类比,可以使抽象的教学内容更加形象、生动,使枯燥的理论变得有趣。学生可以在轻松愉快的氛围下突破学习难点,教师也能在成功传道、授业的过程中体会到自身工作的价值与意义。

(文字编辑:李丽妍)

参考文献:

- [1] 何曼君,陈维孝,董西侠. 高分子物理(修订版)[M]. 上海:复旦大学出版社,2007.
- [2] 金日光,华幼卿. 高分子物理[M]. 3版. 北京:化学工业出版社,2006.
- [3] 励杭泉,张晨,张帆. 高分子物理[M]. 北京:中国轻工业出版社,2009.
- [4] 龚兴厚,王小涛,张高文,等. 从易中天品三国到高分子物理教学[J]. 高分子通报,2016(10):111-114.

(上接第43页)和构建以学促赛的教学方法,培养学生自觉从经济角度考虑技术问题的意识,提高了学生解决工程实际问题的能力及创新能力。同时,以赛促教激发了师生的兴趣,扩展了课堂教学的范围,推动了教学水平的提高。

(文字编辑:李丽妍)

参考文献:

- [1] 孙文梅. 上海地方高校理工科本科生就业能力研究——以S学院为例[D]. 上海:上海交通大学,2015:54-56.
- [2] 宋航,付超. 化工技术经济学[M]. 北京:化学工业出版社,2012:5-6.

- [3] 吴艳阳,徐心茹,辛忠. 中美化学工程专业硕士培养方案比较分析——以麻省理工学院和华东理工大学为例[J]. 化工高等教育,2016(3):30-36.
- [4] 张宇,贾丽华,郭祥峰. 化工设计课程改革研究与实践[J]. 高师理科学刊,2014,34(2):110-112.
- [5] 宋航,张珩,姚日生,等. 构建设计竞赛平台,培养制药工程创新人才[J]. 化工高等教育,2013(3):1-3.
- [6] 王韵芳,樊彩梅,郝晓刚,等. 化学工程与工艺专业卓越工程师培养计划的构想[J]. 化工高等教育,2012(5):8-11.
- [7] 邱丽,闫晓亮,徐守冬,等. 卓越工程师的培养过程中企业实习的改革与探索[J]. 化工高等教育,2017(2):20-23,77.