

化学产品设计课程教学改革与创新思考^{*}

朱 明

(南京工业大学 化工学院, 江苏 南京 210009)

[摘要]随着新时期化学工业的发展,化学产品从大宗化学品向高附加值的精细化学产品转变,化学产品设计课程教学已不能适应市场需求。因此,化学产品设计课程教学中应“讲好中国故事”,选择贴近生活的案例,提高学生的学习兴趣,通过设计“产品线”的教学内容增进学生对理论知识的理解,结合“模拟竞标”、带领学生走出课堂等方式,提高学生的学习热情与课程参与度,最终获得良好的教学效果。

[关键词]化学产品设计; 教学内容; 教学方式

Thoughts on Teaching Reform and Innovation of Chemical Product Design

Zhu Ming

(College of Chemical Engineering, Nanjing Tech University, Nanjing, Jiangsu 210009)

Abstract: With the development of chemical industry in the new era, chemical products have changed from commodity products to fine chemicals, while traditional knowledge about chemical product design can no longer meet the demands for an ever changing market. Therefore, teaching cases featured with Chinese stories should be highlighted in the contents of chemical product design. The Chinese stories, which are selected close to students' life, should be adopted to intrigue students interest to learn. It is very helpful to improve students' understanding of theoretical knowledge through well-organized contents of "product designs". By combining with "simulated bidding" and leading students out of the classroom, we can improve students' participation into the course and their enthusiasm on learning, which in turn lead to good teaching results.

Key words: Chemical product design; Teaching contents; Teaching methods

化学产品设计最早由明尼苏达大学的 Cussler 和剑桥大学的 Moggridge 提出^[1], 美国、英国等发达国家的高校早已开设了与此相关的课程, 马来西亚、印度等发展中国家的大学也设

[作者简介] 朱明(1984-), 男, 讲师, 博士。

[通信作者] 朱明, E-mail: averyisgood@163.com。

^{*} 基金项目: 2019 年度江苏省高等学校自然科学面上项目“可控制备的电子化合物强化低温 Haber 反应基础研究”(编号: 19KJB530006)。

置了相应的课程。在我国,清华大学^[2]、陕西科技大学^[3]、南京工业大学等也开设了相关课程。随着我国经济的迅速发展及化学工业产品结构的变化,高校化学产品设计课程的内涵及教学方式也在发生着变化。笔者结合自己从事化学产品设计教学的体会,就该课程的设置与教学方式的改革创新进行了思考,以期与大家交流探讨。

一、化学工业的深刻变革催生了课程改革的必然性

(一)化学工业的内涵已经发生了深刻变化

近十年来,化学产品正从规模性大宗化学品向专业性功能性高附加值的精细化学产品转变^[4-5]。如一些高端功能材料化学品、医药化学品及其复配剂型,以及稀缺资源类化学品(如稀土元素等)的生产规模常常较小,年产量只有几十吨或几千吨,但其市场重要性极高,产品利润丰厚,其衍生的各种产品与装备的性能比普通产品高得多。即使是大宗化学品,其竞争优势也由以往的品牌优势转变为销售价格与服务上的优势,这最终取决于专利保护或商业秘密确立的技术领先地位^[6],如MTO、MTA、甲醇羰基化制醋酸产品。然而,目前化学工程师在校期间主要学习了围绕指定产品的大规模生产过程的优化,基本不涉及生产化学产品采用的过程类型问题^[7]。当今,技术的进步使化学产品的设计周期变得越来越短,再加上巨大的市场首入效益,化学产品生产企业需要加速新产品设计与产出。这就要求企业改变运作方式和组织管理架构,从部门流程化作业转向项目集成化设计团队作业^[7]。

传统化学工业一般要求化学工程师聚焦已经立项的工厂的设计、试车和优化整改工作,但新时期的化学工程师一开始便要加入产品开发团队,作为其中一员参与产品构思、试验、测试、设计、生产、营销的全过程。可见,新一代化学工程师应具有更精深、更宽泛的专业知识,更高的个人素养,更强的实践与动手能力。然而,目前化学产品设计课程的教学内容、教学方式已经不能满足新一代合格化学工程师培养的要求。

(二)课程知识结构不足以应对不断变化的市场需求

不可否认,支撑化学工程学科的基础科学体系仍然适用于化学产品设计课程的教学,化学工程学科的基础及其整合的热力学、质量和动量传递及单元操作等知识构成了化学产品开发的背景知识^[8]。但是,化学产品设计与化工过程设计有所不同,后者更多地关注间歇式或连续性过程的比较,侧重于分析投入与产出的经济性、分离与换热网络的集成,以及上下游操作单元网络的构建,其优化的目标在于高效生产;而前者则是在确认顾客的功能性需求的基础上,提出满足客户需求的方案并进行遴选,最终确定产品制造的全周期过程。化学产品的利润更多地来源于其特殊功能,而不是来源于高效生产。大多数产品在开始进行设计时根本不涉及加工制造的问题,所以生产过程的效率可能不如产品进入市场的速度重要,过程的能量集成也退化成次要问题。考虑到我国化学工业正在发生深刻变革,化工产品设计课程教学的新思想与新理念应该受到更多的重视。

二、在课程内容改革过程中讲好中国故事

(一)“洋为中用”,使用贴近学生生活的设计案例

化学产品设计是一门理论联系实际的课程,结合实际案例进行讲解有助于学生理解该课程的精髓。但是,国外原版教材中引用的产品设计实例大多以当地的生活背景为基础,中国学生往往不容易理解。如国外原版教材中在讲解气味扩散的原理时引用了红酒的例子,即人们在饮用红酒前需要“醒酒”,使其中的丹宁酸挥发,从而获得甘甜的口感,因此需要设计一款醒酒器控制丹宁酸的挥发速率。这样的例子对于欧美学生来说很容易理解,但是让中国学生感到陌生,因此案例教学的效果不佳^[9]。对此,教师可以选择贴近中国生活实际的案例,使学生产生共鸣,从而提高课堂教学效果。如笔者在讲授气体扩散原理时选择香水作为案例来说明大小分子香料的特点:小分子香料挥发迅速,因此香味浓烈而短暂;大分子香料挥

发缓慢,因此香味更持久。同时,笔者还告诉学生不同成分的组合形成了香水的“前调—中调—尾调”,拓宽了学生的知识面。在这一过程中,学生不仅学习了香水的配方知识,而且加深了对气体扩散的理解。将化工经典理论知识与产品设计相结合,可以达到学以致用目的。

(二)通过“产品线”串联知识模块,使学生树立产品设计的全流程意识

化学产品设计课程的教学难点在于提高学生对理论知识的学习兴趣。原版教材按照“需求—创意—选择—生产”四个步骤设计知识模块,各模块之间的独立性较强。这种以概念为主体的知识模块设计虽然有助于强化学生对每个知识模块的学习,但是不利于学生形成系统的产品设计观念,反而会降低学生的学习兴趣。

在实际的产品设计过程中,从需求的提出到方案的遴选,再到产品制造,各个环节紧密联结并相互影响^[10]。基于此,笔者在教学过程中通过“产品线”将各个知识模块串联起来,帮助学生树立产品设计的全流程意识。如讲授面膜产品设计时,笔者从美白、养颜、抗衰老的角度谈消费者需求,从精华液的成分及其功能谈创意,从皮肤表面的扩散吸收谈产品选择,从无纺布的加工处理谈产品制造,将四个知识模块融会贯通起来,激发学生的兴趣,让学生基于设计流程去学习知识。

(三)通过动画片提高学生的知识产权意识和素养

化学产品设计课程的一个主要特点是涉及依靠专利保护或商业秘密而获得市场优势地位等方面的内容,因此专利和相关知识产权保护的知识在该课程教学中占有举足轻重的地位。我国的胱氨酸、宣纸、两步法生产维生素工艺曾出现过因技术泄密造成严重损失的惨痛教训,可见知识产权保护意识薄弱势必会削弱我国化工行业及其产品的国际竞争力。因此,在化工行业转型升级的新形势下,突出知识产权保护在产品设计中的重要作用,对于弥补学生从技术手段到职业能力转变过程中的知识缺陷和促进学生的职业发展具有十分积极的意义。在教学实践中,笔者借助动画片

中讲述的某公司产品负责人携带关键技术资料跳槽的故事,让学生分析并讨论该负责人的行为是否合理,以强化学生的知识产权保护意识。这种开放性的案例教学给学生预留了充足的思考空间,同时通过挑战性和自主性问题激发学生的学习热情,因而深受学生欢迎。

三、互动教学法的实施

(一)通过模拟竞标方式提高学生的课堂参与度

在课堂教学中,教师模拟企业研发生产中的招投标模式,根据大宗化学品、分子产品、微结构产品及过程装置设备的类型,引导学生分组(3~5人一组)进行化学产品构思、研发设计,确定小试生产方案和产品测试方案,并在各组方案之间进行评标。每组学生根据自己的兴趣进行市场调研,确定要开发的产品,讲出设计理由(市场需求、价格、工艺路线的先进性、实验室小试生产的可行性);教师在课堂上点评学生方案的优缺点,最终采用无记名投票的方式选出最佳方案。模拟竞标方式有助于学生强化文献整理能力,在工艺路线选择、产品经济分析等方面大胆实践,提前熟悉产品设计岗位的要求。实践表明,课堂教学效果好,学生的学习热情和参与度得到了显著提高。

(二)通过走出课堂强化学生的产品设计意识

化学产品设计涉及从原料到产品、从生产到服务的整个流程,走出课堂,到化学产品生产企业和研究院所进行实地考察和调研,不仅能够让学生获得第一手产品设计资料,而且能够加深学生对研发工作的理解。走出课堂的教学模式有助于学生从生产实际出发了解企业,将理论与实践联系起来,根据企业需求确立自己的职业发展方向,为企业需要的高素质应用型人才打下基础。在教学中,笔者带领学生实地参观了低压羰基合成丁辛醇车间、低压高密度聚乙烯车间、重油加氢裂化车间等,让学生亲身体验了从原料到产品的整个生产过程,体会了工业生产的神奇与奥妙,了解了企业生产过程中的决策机制及经济性因素对于产品选择的影响。学生在实践中形成了产品设计的“全流程意识”,提高了解决实际问题的能力。

四、结语

化学产品设计课程的改革顺应了新时期化学工业转型升级的内在要求,对于提高化学化工类专业学生的职业能力具有显著作用。然而,教师在教学过程中切忌“照本宣科”,应根据需要选择生活化的案例,增强学生的学习兴趣;有针对性地设计“产品线”的教学内容,增进学生对于理论知识的理解;通过讨论动画片中的故事,增强学生对于知识产权的认识;通过评比竞标、带领学生走出课堂等方式,加强与学生的互动交流,强化学生的产品设计意识。实践结果表明,学生非常喜欢这种教学模式,学生的学习热情和课程教学效果也有明显提高。

(文字编辑:孙昌立)

参考文献:

- [1] Cussler E L, Moggridge G D. Chemical product design [M]. New York: Cambridge University Press, 2001.
- [2] Cussler E L, Moggridge G D. 化学产品设计[M]. 刘铮, 余立新, 王运东, 等译. 北京: 清华大学出版社, 2003.
- [3] 黄良仙, 安秋凤, 顾玲, 等. 化学产品设计课程教学的探索与实践 [J]. 教育教学论坛, 2012(z4): 80-82.
- [4] 工业和信息化部原材料工业司. 推动石化和化学工业由大变强——《石化和化学工业发展规划(2016—2020年)》解读[EB/OL]. <http://www.miit.gov.cn/n1146295/n1652858/n1653018/c5322692/content.html>.
- [5] Cussler E L, Moggridge G D. A changing chemical industry [J]. Reviews in Chemical Engineering, 2012, 28(2/3): 73-79.
- [6] 胡权霞. 从专利和技术秘密保护方式谈创新成果的保护 [J]. 消费导刊, 2018(2): 45-46.
- [7] 胡红卫. 研发困局——研发管理变革之路[M]. 北京: 电子工业出版社, 2009: 166-170.
- [8] Seville J. Teaching chemical product engineering [J]. The Chemical Engineer, 2000, 709: 18-19.
- [9] Joachim W, Shari E M, Nicola W S. A model of empathy in engineering as a core skill, practice orientation and professional way of being [J]. Journal of Engineering Education, 2017, 106(1): 123-148.
- [10] Matthew A V, Kelsey J R, Heidi A D. Selecting effective examples to train students for peer review of open ended problem solutions [J]. Journal of Engineering Education, 2016, 105(4): 585-604.