

# 高校化学专业“化工基础”课程教学模式的改革与探索

万鑫 王敏 赵爽 曹春艳 宋志国

(渤海大学化学与材料工程学院 辽宁锦州 121000)

**摘要:**针对高校化学类专业化工基础课程普遍存在的问题,提出了以“化学化工虚拟仿真实验中心”为依托,基于OBE理念和竞赛模式的混合式课程教学体系,教学方式实现了由“教师讲授为主”向“学生学习为主”的转变。该教学模式不仅有效地提高了学生学习的积极性和理论联系实际的能力,还培养了学生的工程技能和工程思维能力。

**关键词:**虚拟仿真 专业竞赛 OBE理念

**中图分类号:** G642 **文献标识码:** A

**DOI:** 10.12218/j.issn.2095-4743.2022.39.122

“化工基础”是一门针对化学与应用化学等理科专业开设的专业基础必修课,是运用高等数学、物理、物理化学的基本原理来研究和分析化工生产中“三传一反”的基本原理、典型设备、工程思维与研究方法的学科,涵盖化学、石油、轻工、生物、环保等行业,是一门实践性很强的课程,实现了从自然科学向工程科学、理论到实践的过渡<sup>[1]</sup>。随着经济与科技的飞速发展,满足高层次人才培养要求,强化理科学生的工程教育也逐渐受到各高校重视<sup>[2]</sup>。

## 一、化工基础课程教学存在的问题

本课程采用了清华大学编著的《化学工程基础》国家级规划教材,包括典型化工单元操作与化学反应工程两大模块。主要讲授流体流动与输送、传热、精馏、吸收等单元操作以及化学反应器等相关内容<sup>[3]</sup>。根据目前高校人才培养模式的改革思路<sup>[4]</sup>,本校化学专业的教学课时根据新版培养方案的调整进行了普遍下调,但是该门课程教学内容涉及面广、公式多且复杂,基本原理的应用部分所占比重很大,由于课时限制,无法更为细致地对知识点进行讲解。例如,方程的推导,该过程不仅能使学生对基础知识点进行融会贯通,还可以培养学生的工程思维能力、逻辑思维能力,对后续典型设备的计算与选型也能打下良好的基础。此外,理科学生在前修课程的培养过程中,学习侧重点也多是理论知识的传输,缺少实践经验,这方面能力的缺乏在化学专业的学生中体现更为明显,他们通常很难将所学的基本原理很好地与工厂生产实际联系在一起,特别化工典型设备的计算与选型等存在诸多问题。

作为一门较为传统、理论知识框架很成熟的课程,传统教学模式较为单一,主要以教师讲授为主,课堂采用多媒体辅助教学,内容主要围绕单元操作的设计型与操作型计算展

开,公式繁多,学习过程也非常枯燥,学生学习的积极性明显不足,对基础知识的理解与掌握远远不够,很难熟练地应用理论知识解决工程实践问题。因此,激发学生学习的主动性、培养学生的工程思维以及理论联系实际的能力同样成了本课程亟待解决的重点问题。

近年来,基于“OBE”理念即成果导向教育成了我国各高校人才培养模式改革的主流<sup>[5-8]</sup>。在工程教育专业认证的背景下,本校为了更好地贯彻“OBE”教学理念,在全校范围内对各专业的培养方案、教学大纲及考核方式等均进行了相应调整与修正,旨在实现以学生为中心的教育理念,教学重点由教师的“教”向学生的“学”进行转变。但目前仍处于改革初期的摸索阶段,对于化工基础课程来说,传统教育模式仍占比较大,教师在授课过程中的重点仍多以传授知识为主,这与以学生达到预期学习成果为导向的目的还有差距。

## 二、化工基础课程教学模式的改革与探索

### 1. 基于化学化工虚拟仿真实验教学中心的课前预习模式

渤海大学化学化工虚拟仿真实验教学中心是依托辽宁省应用化学省级高校重点学科和应用化学省级重点实验室组建而成的。学生在虚拟仿真教学平台上,可以自主进行化工基础虚拟仿真实验的预习、操作练习、实验方案设计等<sup>[9]</sup>。此外,中心还提供了与生产实际紧密相关如现代智能化工厂VR(虚拟现实)教学体验系统、甲醇合成工艺3D虚拟现实仿真、丙烯酸甲酯生产工艺3D虚拟现实仿真等项目。

化工产品的生产过程中,化工单元操作以及反应器的知识贯穿始终,例如压缩系统需要的输送管路、输送设备以及各种阀门,合成车间需要的换热设备,吸收塔、产品精制车间需要的精馏塔等。学生无论在课堂还是课下都很难接触到真正的化工厂,理科专业学生实训课的安排以及认识实

习等场所均有所限制,也可能会涉及高危的生产环境<sup>[10-12]</sup>,那么对产品的生产过程仅靠想象来完成显然是不够现实的,学生也很难做到把课上所学的基础知识与实际联系起来,理论联系实际的能力无法得到锻炼,工程思维也很难得到培养。

近年来,VR技术即虚拟仿真技术在诸多领域得到了实践运用,已有部分高校将该技术应用到教学和科研过程中<sup>[13-14]</sup>。“化学化工虚拟仿真实验教学中心”的现代智能化工厂VR教学体验项目,通过高度工业化、信息化和智能化三个维度,还原了现代化工厂的发展现状。其中包括了产品生产、智能储运、调度指挥以及污水处理等方面的内容。学生可通过VR眼镜跟随系统通过任务引导,完成化工厂各生产车间的参观,一方面,学生身临其境全面体会了化工生产过程,熟悉了化工生产工艺车间、车间里的各种设备、加深了对即将学习的化工单元操作以及反应器的理解,也能大大提高学生学习的兴趣与积极性;另一方面,也可以降低大型实训设备的运行成本与操作带来的安全风险。

为了有效地建立化工基础课前预习体系,将中心平台提供的甲醇合成工艺3D虚拟现实仿真项目与理论教学进行了融合。学生课前通过化工虚拟仿真实验平台,进入到工艺流程软件中进行实操预习。但整个操作学生如果仅仅通过提示进行操作,各工艺流程中,各车间所需要的操作时间均较长,需要不断地对生产工艺参数进行调节,尽管可以根据提示完成操作,但学生始终处于比较被动的状态,且也很难懂得如此操作的原因,机械性的操作与学习并不能加深学生对各车间生产操作过程的理解、对设备的理解等。因此,教师在学生预习前,首先发布任务书,针对授课内容预先提出问题,学生带着问题去进行虚拟仿真操作,总结在任务书中出现的问题并在预习结束后,撰写预习报告向教师进行汇报,教师整理问题汇总总结,在授课过程中引导学生共同解决问题,并在课堂后发布新的操作任务,由学生独立完成,做到巩固知识、融会贯通。实施流程如图1所示。



图1 基于虚拟现实仿真项目的课程预习模式设计思路

教师针对本节化工基础课程要讲授的知识点,融合虚拟仿真项目中的操作,针对性地提出问题并进行发布。例如,冷态开车的进料过程中,需要人工操作的阀门种类都有哪些?阀门开度如何选择与控制?启动泵的顺序是什么?为何启动之前要关闭出口阀?对离心泵的特性参数有何影响?这是流体流动与输送章节中涉及的内容。甲醇合成车间使用的换热器都有哪些种类?结构特点及各自用途都是什么?热流体的选择?这是传热过程与传热设备章节讲授的内容。向精馏塔进料时,如何控制塔釜液位高度、塔釜温度和塔顶的操作压力,回流操作中为何需要向回流罐中不断打回流液?吸收塔和精馏塔用于哪些车间,主要用途分别是什么?在对精馏塔进行操作时,如操作不当会出现液泛等不正常的现象,对塔的操作性能和后续生产过程有何影响?合成得到的粗甲醇经过哪些工艺过程得到了精致甲醇,在精制车间分别使用了哪些传质设备?用途分别是什么?这些内容是精馏、吸收和气液传质设备章节涉及的内容。

## 2. 基于化工设计竞赛教学模式的改革与探索

辽宁省教育厅主办的“化工设计竞赛”是面向省内各高校大学生的专业竞赛,竞赛中涉及化工单元操作的基础知识、化工设备选型与计算、化工企业运行等内容<sup>[15]</sup>,均与“化工基础”课程息息相关。参加竞赛对学生的创新思维能力、工程实践能力以及团队协作能力均有明显的促进作用。学生参与竞赛的积极性普遍较高,任课教师可在教学过程中加入经典案例,将化工竞赛设计任务引入课堂,不仅可以提高学生课堂的学习积极性,还能提高学生解决实际问题的能力。例如,某公司年产10万吨MMA项目中换热器的设计选型,涉及教学内容包括热交换器的传热机理、传热面积的计算、换热过程的强化途径以及热交换器的选用和计算等。又比如,某电厂2000万吨/年的含硫废气脱硫项目中,化工常见设备如反应器的计算涉及的气固相催化反应模型、填料塔设备选型时需要考虑的流体力学性能评价、冷却器设计中的管程及壳程的选择等内容与化学反应工程、气液传质设备等内容密切相关。教学的重心由教师讲授向以学生为中心转变,不仅可以提高学生学习的主动性,还能培养学生的工程技能和工程思维能力。

## 3. 基于OBE理念的化工基础课程设计的改革与探索

OBE理念的教学模式强调以学生为主体,以培养学生的科学素养和能力为目标,着重强调想让学生取得什么样的学习成果,如何有效地帮助学生取得这些成果以及如何知道学生已经取得了这些成果<sup>[16]</sup>。“化工基础”作为一门实践性和应

用性很强的课程，在教学过程中进行创新教育不仅是人才培养的要求，也是课程自身性质的要求。化工基础的典型单元操作均有大量工程案例可供讨论，不仅如此，在日常生活中涉及的相关案例也数不胜数，为了调动学生学习的积极性，提高学生的参与度，使教学过程更加生动有趣，教学过程中可选择一些偏向日常生活的案例。例如，餐厅里餐具的选择与热导率的关系、暖气片的形状与热交换的关系等。教师在授课过程中根据案例先提出问题，学生在课下解决问题，教师对学生的讨论情况进行收集汇总并放在课堂上进行分享讨论，学生针对出现的问题进行整理记录并能独立完成新的案例对知识进行巩固。整个教学设计过程与课程预习模式的流程基本一致，很好地将OBE理念贯穿于教学过程的始终，学生不仅在成绩方面得到了提高，在分析解决问题能力、工程思维能力等方面均得到了锻炼和提高。

#### 4. 课程评价考核系统的改革与实施

课程评价体系的建立是检验教学效果的主要方法，以往的课程评价体系中的过程性考核部分，并不包括课前预习部分，平时成绩主要由出勤、作业与课堂表现三部分组成，总占比为30%。然而，教师在批阅课后作业的过程中发现，有雷同、抄袭等现象，学生对平时考核显然不够重视，如果考前突击复习，最后也能取得不错的成绩，但实际上他们对课程内容的理解和掌握程度远远不够，根本无法反映学生的真实学习情况，包括对理论知识的掌握程度，理论联系实际的能力、工程思维能力等都无法得到锻炼，也很难完成基于OBE模式修订的教学大纲中对学生素质培养的要求，因此改变传统的考核方式势在必行。

由于课前预习比重的加大，重新修订了过程化评价的考核部分，课程的总成绩组成如图2所示。

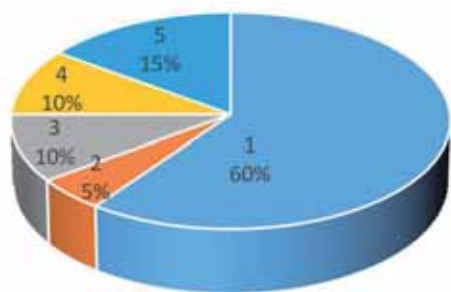


图2 化工基础课程总成绩考核方式

从图中可以发现，过程性评价和期末测试分别占比40%和60%，期末考试成绩的占比由原来的70%降低到60%，加

重了过程性评价的比例。过程性评价中预习、出勤、作业与课堂讨论成绩各占15%、5%、10%和10%，其中预习情况的侧重点主要考查学生在虚拟仿真项目操作过程中的动手操作能力和自主学习能力；课堂讨论部分主要考查学生理论联系实际的能力和工程思维能力；出勤情况考查学生的学习态度；作业则侧重计算分析题，除了基本计算题之外加入了与生产实际相结合的案例，考查了学生对知识的理解与掌握，也锻炼了学生的综合应用能力。新的课程评价体系，更客观、更全面地考查了学生的学习效果，激发了学生学习的主动性，提高了学生理论联系实际的能力、培养了学生的工程思维和创新思想。

#### 三、课程教学模式改革效果评价

经过多年的建设与发展，化工基础课程已经形成了以“化学化工虚拟仿真实验教学中心”为依托，基于OBE模式和专业竞赛模式的混合式课程教学体系。本文对比了化学专业的学生近两年化工基础课程目标完成度的情况，如图3所示。课程目标分别考核了学生对流体流动与输送、传热、精馏、吸收等各单元操作的基础知识与基本原理、典型设备及其计算方法的掌握情况，学生对工程学科基本研究方法和工程思维方式的掌握情况以及学生综合运用理论知识解决实际问题的能力。



图3 化工基础课程目标完成度对比

可以明显看出，学生对化工基础理论知识的掌握程度明显得到了提升，由2020年的71.09%提高到2021年的79.35%；对于工程思维能力的考核，2021年的目标完成度已经高达80.91%，这是由于在课程教学过程中，引用了大量的实践案例与理论知识相结合，极大地锻炼了学生的工程思维方式和逻辑思维能力；学生综合运用理论知识解决实际问题的能力也得到了很大的提高，说明学生对于化工过程涉及的实际问题可以融会贯通，锻炼了学生分析问题和解决问题的能力。

此外，学生参加化工专业竞赛的积极性持续高涨，这种



将“赛”融入“教”与“学”的模式,极大地提高了学生参加比赛的兴趣,同时也取得了优异的成绩。参赛学生在全国大学生化工设计竞赛、全国大学生化工实验大赛东北赛区选拔赛、辽宁省普通高等学校本科大学生化工原理大赛等比赛中取得了一、二等奖的好成绩。

### 参考文献

- [1]侯雪艳,杨晓霞,陈繁荣.化工基础课程教学的改革探索与实践[J].化工管理,2020(22):6-7.
- [2]高晓明,曹振恒,郭延红等.基于产业需求的实践创新型能源化工人才培养模式的重构与实践[J].化工高等教育,2016,33(06):14-18.
- [3]林爱光.化学工程基础[M].(第二版).北京:清华大学出版社,2008.
- [4]杨靖,范家茂.高校人才培养模式改革与创新实践研究[J].质量与市场,2021(21):73-75.
- [5]潘鹤林,黄婕,叶启亮.基于OBE理念构建化工原理课程教学模式的探索与实践[J].化工高等教育,2018,35(05):25-31.
- [6]周彦,王冬丽,向礼丹等.OBE理念下工程应用型专业的研讨式教学改革[J].教育教学论坛,2019(10):106-107.
- [7]何茂刚,张颖,刘向阳.OBE教育模式在工程热力学教学中的应用[J].高等工程教育研究,2019(S1):121-123.
- [8]张恒,蓝惠霞,杨晓玲等.基于OBE理念的轻化工程专业人才培养模式及轻工专业发展的思考[J].造纸科学与技术,2020,39(06):77-80.
- [9]万鑫,王敏,赵爽等.基于实验大赛的化工单元操作及仿真实训模式的探索与实践[J].新教育时代电子杂志(教师版),2021(7):163.
- [10]刘刚.化工工艺中的安全管理研究[J].中国石油和化工标准与质量,2020,40(18):64-65.
- [11]刘灿.预防化工事故发生中化工安全设计的作用[J].河南化工,2020,37(09):57-58.
- [12]李录芬.化工企业安全问题与对策研究[J].化工管理,2021(36):26-28.
- [13]罗术通.VR教学在教育上的现实意义[J].数字通信世界,2021(03):249-250.
- [14]郭培英,刘洋.浅谈基于VR技术化工单元操作课程教学方法及手段改革成效[J].内蒙古石油化工,2018,44(03):83-84.
- [15]赵文渊,成建国,段建国等.工程教育专业认证背景下的大学生化工设计竞赛线上组织管理模式探索与实践[J].内蒙古石油化工,2020,46(10):74-76.
- [16]成忠,诸爱士,刘宝鉴等.面向新工科建设的化工原理课程教学改革与实践[J].化工高等教育,2021,38(02):40-46.