

混合式教学在《高分子化学》课程中的应用与实践

董黎明^{1*}, 陈 艳¹, 喻桂朋^{2*}, 官贵贞¹, 王士凡¹

(1. 徐州工程学院化学化工学院, 徐州 221111; 2. 中南大学化学化工学院, 长沙 410083)

摘要:随着互联网技术的发展,基于信息化网络教学平台的混合式教学逐渐成为一种发展趋势。以“超星学习通”为平台,采用 BOPPPS 教学模型及翻转课堂等多种教学手段,成功开展了《高分子化学》课程的混合教学。2017 级高分子材料与工程专业两个平行班级为研究对象开展应用效果对比实验,结果发现观察组 1 班课前线上自学能力逐步增强,期末成绩得分率要明显优于对照组 2 班,说明采用混合式教学有利于学习效率的提升。通过问卷调查也发现学生对混合式教学的满意度和认可度较高。

关键词:混合式教学; BOPPPS; 高分子化学; 实践

随着大数据、云计算、人工智能、区块链等新一代信息技术迅猛发展,“互联网+”对教与学方式赋予了新的时代特征。教育部提出的《教育信息化 2.0 行动计划》(教技〔2018〕6 号)中指出要“建设人人皆学、处处能学、时时可学的学习型社会”。“90 后”和“00 后”大学生常被称为“数字土著”,他们对互联网和智能手机具有更高的依赖性,其学习更体现出环境多元化、时间碎片化、内容零散化、路径随机化等新特征。线上和线下相结合的混合式学习(blended learning)能够实现教学资源的优化配置以及利用,促进学习环境的扩展。因此,基于信息化网络教学平台的混合式教学将是新时代教学方式改革的主要发展趋势。目前,面向教育和培训行业的互联网服务方兴未艾,相关的技术平台和产品层出不穷,有基于移动端的蓝墨云班课、网易云课堂、超星学习通、雨课堂等,也有电脑端的中国大学 MOOC(慕课)、学堂在线、智慧教室、百度智慧课堂和世界大学城等。

《高分子化学》是高分子材料与工程专业的第一门专业基础课,是以聚合反应和聚合物化学反应为主线,讲述高分子化合物的组成、结构、功能和性质以及相互关系的课程^[1],是后续专业课的基础和支撑,在整个课程体系中起着举足轻重的作用。该课程以无机及分析化学、有机化学、物理化学和概率论与数理统计等课程为基础,将传统小分子化学体系拓展为大分子复杂化学体系,具有内容多、概念多、头绪多、关系多和数学推导多的特点^[2]。常规的“PPT+板书”教学模式,往往导致课堂效率低下,也难于激发学生的学习兴趣 and 积极性。因此,黄美荣^[3]、王国建^[4]、唐黎明^[5]和夏笑虹^[6]等老师积极探索有益的授课形式和教学内容及方法,提高学生理解、掌握和运用课程知识点的能力,具有重要的意义。

本文从《高分子化学》课堂教学出发,结合徐州工程学院优质课程和混合式教学课程建设项目,采用“超星学习通”作为混合式教学的线上实施平台(<http://mooc1.xzit.edu.cn/course/80491383.html>)开展线上教学活动,采用 BOPPPS 教学模型并配合翻转课堂等多种教学手段来开展线下教学活动,以验证混合式教学在《高分子化学》课程中的可行性,有效促进学生的学习。

1 混合式教学方案

1.1 线上资源建设

线上资源建设的核心是微课视频,它是以阐释某一知识点为目标,以短小精悍的在线视频为表现形

10.14028/j.cnki.1003-3726.2019.12.007

收稿:2019-02-26;修回:2019-09-26;

基金项目:江苏省教育信息化研究项目(20172127),江苏省教育科学研究院课题(2017-R-57116),国家自然科学基金项目(51873232);

* 通讯联系人:董黎明,副教授,主要从事功能性高分子材料研究。E-mail:dlm@xzit.edu.cn;喻桂朋,教授,主要从事高性能高分子材料研究。E-mail:gilbertyu@csu.edu.cn.

式,以学习或教学应用为目的的在线教学视频^[7]。教学团队录制了 72 个约 1000 分钟视频文件,基本满足了学生课前在线学习要求。

表 1 高分子化学课程任务分配表
Table 1 Polymer chemistry course assignment

单元	任务	单元	任务	单元	任务	单元	任务
1 绪论	高分子定义、特点及基本概念	缩合聚合基本概念和原理		体型缩聚		聚酯	
	高分子的书面表达	缩合聚合单体		树形及超支化聚合物		聚酰胺	
	高分子化合物的分类及命名	2 缩合	缩合聚合热力学	3 缩合	逐步聚合实施方法	4 缩合	聚氨酯
	聚合度、平均分子量及分布	聚合一	缩合聚合动力学	聚合二	计算习题课	聚合三	环氧树脂
	聚合反应特点与分类	线型缩合聚合度				酚醛树脂	
	高分子的结构与性能	线型缩合聚合度分布				芳环主链聚合物	
5 自由基聚合一	连锁式聚合单体	链转移		二元共聚物组成微分方程		本体聚合	
	连锁式聚合热力学	自动加速过程		二元共聚物组成曲线		溶液聚合	
	自由基聚合机理	6 自由基	阻聚与缓聚	7 自由	共聚物组成和序列控制	8 聚合	悬浮聚合
	引发剂和引发反应	聚合二	聚合度控制及分布	基共聚	竞聚率	方法	乳液聚合原理
	自由基聚合反应速率	自由基聚合进展		单体活性与自由基活性		乳液聚合进展	
	聚合度和动力学链长	计算习题课		Q-E 概念		自由基聚合复习	
9 离子聚合	离子聚合基础	聚合物的立体异构		开环聚合特征及热力学		聚合物化学反应特征	
	阴离子机理、特征影响因素	Ziegler-Natta 引发剂		环醚的开环聚合		聚合物侧基反应	
	丁基锂的阴离子聚合	10 配位	丙烯的配位聚合	11 开环	羰基化合物的开环聚合	12 聚合物	接枝共聚
	阳离子单体和引发剂	聚合	共轭二烯烃的配位聚合	聚合	己内酰胺的阴离子开环聚合	化学反应	嵌段共聚
	阳离子机理、特征影响因素	茂金属引发剂		环硅氧烷的开环聚合		交联反应	
	离子共聚合			聚磷腈的开环制备		分子量减小反应	

导学任务单是实现教学目标、掌握方法、提升能力的以表单为呈现方式的学习路径文件包^[8],导学任务单使学生的在线学习更加明确,更加合理,更加有效。依据课程教学大纲学时要求(48 学时)设计了 69 份导学任务单,任务分配如表 1 所示。导学任务单包含学习目标、学习方法建议、学习任务、预估困惑、建议指导和学习参考资料等。另外,针对每个任务提供了学习参考资料,包含有针对本次课的课后习题解答、课件、经典书籍以及研究进展等,帮助学生提高自学能力及开拓视野。针对每次授课内容也设计了测试试卷,每卷含 10 道选择题,该试卷用于课堂考核学生线上的学习情况。

1.2 课堂教学改革

在线上阶段学生依据导学任务单能基本完成对知识点的识记和简单理解,这为课堂时间完成对知识的应用和实践,增强学生对知识的掌握和实践能力创造了条件。翻转课堂教学模式能够实现学生学习从“要我学”到“我要学”的“动机翻转”^[9],这无疑对《高分子化学》课堂教学效果改善是十分有效的。然而,翻转课堂并不是老师不再讲课了,老师需要重构课堂教学过程,优化教学环节。BOPPPS 教学模型最初由 ISW(加拿大教师技能培训工作坊)根据加拿大不列颠哥伦比亚省对教师的资格认证所创建,包含有导入(Bridge-in)、目标(Objective)、前测(Pre-assessment)、参与式学习(Participatory Learning)、后测(Post-assessment)和总结(Summary)六个环节,是一个强调学生参与和反馈的闭环教学过程模型^[10]。本文结合《高分子化学》课程具体内容和翻转课堂特点,对课堂教学模式进行相应的设计和尝试。

(1)导入阶段(Bridge-in)

营造一种轻松自然欢快的课堂学习氛围,是导入阶段解决的主要问题。良好的开端是成功的一半,

课堂中精彩的导入能够起到“先声夺人”的效果。作者通过在分子化学课程中的探索,总结了几项导入方法。例如:可以从著名人物故事出发导入,金庸武侠世界的兵器→遥抓聚合物→阴离子聚合;可以从日常生活中的物品出发导入,拉链的制造→尼龙 6→开环聚合;可以从身边或最近新闻时事出发导入,微塑料存在于海水海底→聚合物降解;可以从典型的实验现象出发直观导入,失败的本体聚合中 PMMA 暴聚现象(视频)→自动加速效应。

(2) 目标阶段(Objective)

要考虑目标的可检验性、可评价性和可操作性,应该明确告知学生要学习对象是谁、将学到什么、那些是重点知识、如何学习及学得效果等组成要件,从而让学生明确把握学习的方向,集中精力开展课堂活动,提高课堂学习效率。比如,“掌握高分子化合物定义”的课堂目标,建议制定为“掌握高分子化合物含义的三个要点”:“辨析大分子化合物、高分子、大分子、超分子、聚合物的含义”;“辨析齐聚物、寡聚物、超高分子量物质的区别”;“能否举例判断那些日常用品是否为高分子化合物”等。

(3) 前测阶段(Pre-assessment)

超星学习通平台提供了手机端在线测试的功能,笔者针对在线内容中重点难点编写相对应的测试题(10 道选择题)进行摸底测试,能够迅速掌握学生的得分情况、发现那些知识点是学生学习的难点,从而及时调整讲课思路。另外,前测成绩也可作为衡量学生线上学习效果及能力的评价指标,某种程度上监督了学生线上学习。

(4) 参与式学习阶段(Participatory Learning)

参与式学习阶段是整个课堂教学的核心,其核心内容为师生参与式交互式学习,而翻转课堂教学模式是实现交互式学习的有效手段。翻转课堂体现为教学次序的翻转、教师与学生角色的翻转、学生学习态度、学习行为的翻转和学习评价的翻转^[11]。课程安排为每周一次,4 节连上。翻转试点为小班授课,班级人数 46 人。课程的展开都是以小组为单位来实施的。小组是学习中的基本单元,小组长在翻转课堂中的扮演重要作用,负责组内分工活动,包括推选出汇报人、查阅分析资料、设计翻转过程、制作 PPT、汇报演练以及向教师反馈小组成员的学习进度、学习困惑等。汇报人必须与其他组员沟通,积极准备好演讲的内容,针对教师事先给的任务或问题讲解不能跑题,讲解过程中穿插讨论和提问,使所有学生对教学内容有更加深刻理解。教师在汇报前做好 PPT 及汇报情况的审核工作,课堂上则应该扮演好“主持人”的角色,要有一定的课堂驾驭力。另外,当学生汇报出现错误或冷场情况时,教师适时点评、纠正和补充,以此弥补课堂讨论时间不足。学生汇报的评价要体现翻转课堂的过程性指标,一般设定为课件制作 20%、内容设计 30%、表达能力 30%、学习效果 20%。学生汇报的评价也要体现学生的参与性,一般教师评分和学生评分各占一半。

(5) 后测阶段(Post-assessment)

后测的形式可以多样化,可以采用试卷测验、提问、及时反馈等方式,也可以通过学生互评的方式。而作者倾向于把后测的权利也赋予各组汇报人。一般来说,汇报人及其同组人员会对他们汇报的内容认识的较为深刻,他可以预先设计几个问题对其他组别的进行提问。学生之间的互相提问比老师的提问更容易被学生接受,此环节课堂最为活跃,这种方式极大地提高了课程中其他同学的参与度,增加了课堂的学习效率。通过实施发现,一般设计的问题其实就是学习的重点和难点,应知应会的考点。问题的设计的水平也能够反映出汇报人对所学知识的把握能力,有时也需要老师的提前引导,增加引导提高难度或知识的灵活运用性。教师根据问题回答的正确性给予成绩评分,该成绩也可作为衡量学生课内学习效果及能力的评价指标。

(6) 总结阶段(Summary)

翻转课堂中学生主讲的内容可能并不明确和充分,或者不同组别汇报内容之间相互割裂,任课教师带领学生一起总结本次课程内容、整合系统性学习要点或技能要点是非常必要的。总结是课堂知识记忆加深、脉络清晰的过程,也是对课堂内容查漏补缺、温故而知新的过程。另外,课堂总结起着承前启后的

作用,布置课后作业、预告下次课的教学内容,并对下一次课堂教学所需要准备的工作提出要求。

表 2 BOPPPS 模式教学设计(以阴离子聚合为例)	
Table 2 Teaching design of BOPPPS mode (anion polymerization as an example)	
阶段	教学设计
B 导入(5~10min)	1.由“金庸去世”事件出发,盘点金庸小说中出现的各种兵器,其中最厉害的为“东方不败的梅花针”,从而类比引出这种类型的高分子“遥抓聚合物”。 2.提出问题:遥抓聚合物的特点“长度可控链长(链子)和可再反应的端基(抓头);如何制备这种特殊结构聚合物?回顾以前所学的聚合反应,从而引出本次课程需要讨论的阴离子聚合。
O 目标(3~5min)	1.掌握可进行阴离子聚合的单体种类、化学结构特征以及其反应活性影响因素。 2.掌握阴离子聚合引发剂的种类及活性强弱,辨析那些是双活性中心引发剂或单活性中心引发剂; 3.理解萘钠引发苯乙烯的阴离子聚合过程,能够归纳出各基元反应特征。 4.掌握化学计量聚合的概念,能够设计合成确定分子量的聚合物(熟练计算题)。 5.理解活性聚合的特征,了解热塑性弹性体的概念及合成方法。
P 前测(5~10min)	1.通过“超星学习通”发放测试题进行测试。 2.依据考试结果,了解学生线上对阴离子聚合内容的掌握程度。 3.适当讲解得分率较低的试题知识点。
P 参与式学习(20min×2)	1.课堂教学的主体环节(阴离子聚合安排 2 位同学汇报 PPT)。 2.学生根据任务单的要求开展对准备内容的分享工作,阐明该部分内容的重要知识点对应提出的学习目标。教师适时点评、纠正和补充学生表述的不足,积极引导其他学生参与课堂活动。 3.教师指导学生给汇报的活动评分,教师也要依据评分标准进行打分。
P 后测(5min×2)	1.采用学生提问其他组别的方式检测学习效果,根据回答正确与否给予课堂积分。 2.也可再次发放前测试卷强调知识点的理解。 3.发放调查问卷,考查对课堂教学的评估情况。
S 总结(5~10min)	1.总结阴离子聚合的特征:快引发、快增长、无终止、无转移。 2.辨析阴离子聚合与自由基聚合的区别。 3.归纳阴离子聚合的应用领域。 4.布置课后作业,分配下次课程的内容。

2 教学效果评价

在徐州工程学院教务处的支持下,以 2017 级高分子材料与工程专业的两个班学生作为研究对象,开展混合式教学的对比研究。1 班为观察组,共 46 名学生,其中男 36 名,女 10 名。2 班为对照组,共 51 名学生,其中男 40 名,女 11 名。两个班学生的有机化学(主要基础课)成绩差异不具统计学意义($P>0.05$),研究具有可行性。对照组(2 班)采用传统模式开展教学,线上采取自愿学习的方式,课堂上以老师讲授内容为主,学生通过课后复习和作业完成知识的内化。观察组(1 班)采用上述混合式教学方案进行。

2.1 随堂测试成绩分析

按照培养方案和教学进度,高分子化学课程含有 12 个单元(见表 1),每个单元准备了 10 个选择题的试卷,随堂完成。观察组 1 班为前测试卷,也就是在课堂教学活动之前进行的测试,检验学生线上课前学习的情况;对照组 2 班为后测试卷是在教学过程之后完成的,检验学生听课学习的情况。一般而言,实施课堂教学过程之后的学习效果会优于课前线上的自学,然而实际情况有所不同,考试成绩的平均分值如图 1 所示。

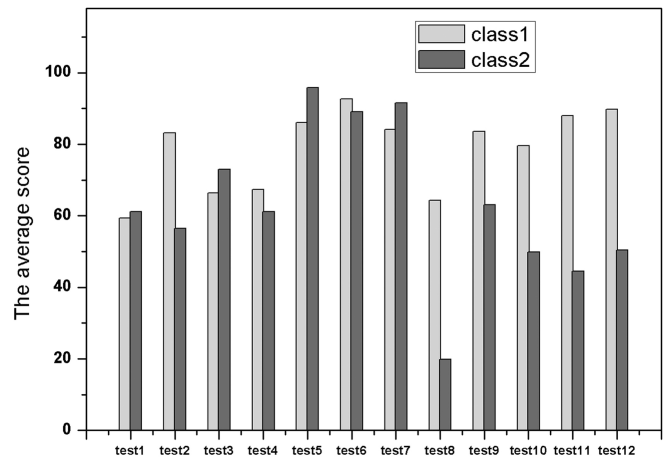


图 1 随堂测试成绩对比图

Figure 1 Score comparison of classroom test

分析图 1 可知,前 7 次测试的平均成绩中两个班级互有胜负,观察组在 test2、test4、test6,3 次上优于对照组,而其它 4 次稍微落后于对照组。然而在随后的 5 次测试中,观察组平均分相比对照组出现了较大的优势,课前线上的自学效果比对照组的课堂教学效果还要好。这说明通过一段时间的教学磨合,学生逐步适应了混合式的教学模式,主动在线自学的能力增强,学习效果有了显著的提升。

2.2 期末成绩分析

为了更为全面地评价混合式教学模式的教学效果,在课程学习结束后进行期末闭卷考试,期末试卷由教研室教师采用流水作业批阅。考试成绩采用 SPSS 统计软件进行分析整理。观察组和对照组成绩如图 2 所示。

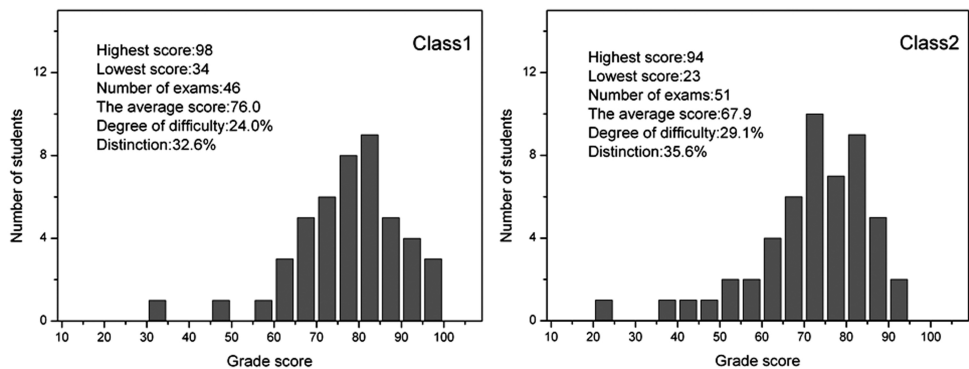


图 2 期末试卷成绩对比图

Figure 2 Test score comparison of final exam

由图 2 可知,观察组和对照组的成绩基本呈现正态分布。成绩经两个样本的均值差异 t 检验进行统计处理,用平均值±标准差表示。由表 3 的统计分析结果可知,试点班考试平均分显著高于对照班 7.1 分,说明混合式教学模式可以提高学生的考试成绩,能使学生更好地掌握高分子化学知识。

表 3 成绩统计分析(平均值±标准差)

Table 3 Statistical analysis of results (mean±standard deviation)

1 班	2 班	t	P
76.0±13.8	68.9±19.3	-5.588	<0.05

t:独立样本 t 检验;P:拒绝原假设概率,P<0.05,有统计学差异。

混合式教学尤其强调过程考核,超星平台可以轻松的收集到学生的课程访问量、视频的观看时间、签到情况、前测考试、课堂得分、作业成绩、以及 PPT 汇报成绩的情况,这些平时成绩是否对期末试卷成绩有一定的相关性? 本文采用多元线性回归模型, $Y=\beta_0+\beta_1X_1+\beta_2X_2+\beta_3X_3+\beta_4X_4+\beta_5X_5$,其中考试成绩为因变量 Y ,访问量为 X_1 ,观看时间 X_2 ,前测考试为 X_3 ,课堂得分为 X_4 ,作业成绩为 X_5 ,汇报成绩为 X_6 (签到率 100%,无意义舍去)为自变量。运用 Spss20 软件进行多元线性回归分析。

表 4 回归分析结果
Table 4 Coefficients

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	<i>t</i>	<i>P</i>	Collinearity Statistics	
	B	Std. Error	Beta			Tolerance	VIF
Constant	-16.826	10.867		-1.548	0.130		
访问量	0.699	0.571	0.112	1.225	0.228	0.793	1.261
观看时间	0.262	0.517	0.052	.508	0.615	0.621	1.610
前测考试	0.456	0.079	0.536	5.809	0.000	0.777	1.286
课堂得分	0.855	0.837	0.105	1.021	0.313	0.632	1.583
作业成绩	1.218	.564	0.241	2.159	0.037	0.530	1.887

B 为偏回归系数;Std. Error 为偏回归系数标准误差;Beta 为标准化偏回归系数;t 为 t 检验统计量观测值;p 为对应概率值;Tolerance 为解释变量的容忍度;VIF 为方差影响因子。

由表 4 可以可知,如果显著性水平 α 为 0.05,除前测考试($p=0.000$)和作业成绩($p=0.037$)外,其它变量的回归系数显著性 t 检验的概率 p 值都大于显著性水平 α ,甚至汇报成绩变量被直接剔除,因此不应该拒绝原假设,它们与被解释的考试成绩的线性关系不是显著的,不应该保存在方程中。然而,我们也可以对 p 值大小进行定性分析,来判断各自变量对因变量的影响程度。其 p 值大小关系为:前测考试<作业成绩<访问量<课堂得分<观看时间<汇报成绩,也就是 p 值越小与自变量与因变量相关度也越大。前测考试和作业成绩与期末成绩的相关性最高,这可能的原因是期末试题的知识点类型与二者密切相关,学生平时完成前测考试和作业越好,对知识点把握的效果越好,期末考试分数也越高。汇报成绩与考试成绩的相关度最差,这可能与考核的侧重点不同有关。汇报成绩能考查学生的学习能力、表达能力、沟通能力等综合性指标,而期末考试只能考查学生对知识掌握能力或记忆能力,语言表达能力强的同学未必能记住要记牢的知识点,所以相关性较差也是情理中的。观看时间也与学生的学习能力有关,有的学生观看视频注意力较高效率较高,也许只看 1 遍视频就可达到线上学习效果,有的学生三心二意,注意力不集中,即使看了几遍也达不到学习效果。

2.3 学生问卷调查

为了更好地了解学生学习的效果,设计调查问卷在开课前期(第三周)和后期(第十周)发放给观察组的学生,收回 46 份,回收率 100%。

调查结果可知,学生普遍认为混合式的教学更加有效、更有优势,大多数学生能接受认同本教学模式。视频资源可以随时反复观看,有利于提高学生的课前预习和课后复习的效果提升;翻转课堂十分有助于表达能力提高,也更加会提高学生对课堂活动的参与度,从而提高了课堂的听课效率;BOPPPS 模式教学设计,对于学生解决问题的能力和学习兴趣也起到了显著提升;最后,学习通的平台也能使教师更方便与学生沟通交流。对比教学前期和后期的学生反馈结果发现,认为非常有效的数据均有不同程度增长,尤其是在表达能力和解决问题能力上显著提升,这说明通过一段时间的磨合,学生逐渐适应了混合式教学模式,从中受益。后期的听课效率和教师沟通无效果率为 0,说明即使是不配合的学生也间接承认混合式教学是有效果的。

表 5 学习效果调查结果
Table 5 Learning effect survey results

学习效果	非常有效		有效		效果不大		无效果	
	前期%	后期%	前期%	后期%	前期%	后期%	前期%	后期%
预习效果	65.22	78.26	17.39	17.39	8.70	4.35	8.70	4.35
复习效果	43.48	60.87	28.26	30.43	17.39	2.17	10.87	6.52
听课效率	56.52	71.74	17.39	19.57	21.74	8.70	4.35	0.00
表达能力	21.74	76.09	34.78	17.39	32.61	4.35	10.87	2.17
解决问题	13.04	32.61	26.09	39.13	32.61	21.74	28.26	6.52
学习兴趣	71.74	76.09	10.87	6.52	8.70	15.22	8.70	2.17
教师沟通	60.87	86.96	32.61	13.04	2.17	0.00	4.35	0.00

3 结语

本论文研究了基于信息化网络教学平台的混合式教学在 高分子化学课程教学中的应用实践,探讨了 BOPPPS 模型框架下的翻转课堂教学设计。实践证明借助学习通的教学平台,能实现了线上和线下学习深度融合,学生的学习途径得到较大的拓宽、学习兴趣得到较好的改善、学习效率有了较好的提升。希望本研究工作能够为高校其它课程的教学改革提供借鉴。

参考文献:

[1] 潘祖仁. 高分子化学(第五版). 北京: 化学工业出版社, 2011: 1~266.

[2] 陈传祥. 化工高等教育, 2007, 2: 37~39.

[3] 黄美荣, 李新贵. 高分子通报, 2004, 2: 96~102.

[4] 王国建. 高分子通报, 2007, 1: 62~65.

[5] 唐黎明. 高分子通报, 2014, 7: 104~108.

[6] 夏笑虹, 杨新国, 陈惠, 等. 高分子通报, 2016, 4: 109~113.

[7] 焦建利. 中小学信息技术, 2013, 4:13~14.

[8] 王学军. 学周刊:下旬, 2016, 7: 135~136.

[9] 胡小勇, 冯智慧. 教育信息技术, 2015, 11: 3~6.

[10] Lotz H B. The development of environmental education resource materials for junior primary education through teacher participation: The case of the We Care Primary Project. Stellenbosch: Stellenbosch University, 1996.

[11] 包耘. 时代教育, 2016, 21: 30~31.

Application and Practice of the Mixed Teaching in Polymer Chemistry Course

DONG Li-ming^{1*}, CHEN Yan¹, YU Gui-peng^{2*}, GONG Gui-zhen¹, WANG Shi-fan¹

(1. School of Chemistry & Chemical Engineering, Xuzhou Institute of Technology, Xuzhou 221111, China;

2. College of Chemistry and Chemical Engineering, Central South University, Changsha 410083, China)

Abstract: The mixed teaching based on information network teaching platform, has gradually become a popular trend with the development of Internet technology. The combination of online and offline teaching was introduced into the teaching activities of *Polymer Chemistry* through the learning platform named as “Chaoxing Xuexitong”. The BOPPPS teaching mode with the flipping classroom as the core was successfully constructed. The application effect comparison experiment found that the final score of the observation group(Class 1) was significantly better than that of the control group(Class 2), and the online self-learning ability of the observation group was gradually enhanced. The results show that implementing mixed teaching is conducive to improving learning efficiency. The questionnaire also shows that students have high satisfaction and recognition for mixed teaching.

Key words: Mixed teaching; BOPPPS; Polymer chemistry course; Practice